

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-212115

(43) 公開日 平成11年(1999) 8月6日

(51) Int.Cl.⁵

識別記号

F I

G 0 2 F 1/136

5 0 0

G 0 2 F 1/136

5 0 0

G 0 9 F 9/00

3 4 6

G 0 9 F 9/00

3 4 6 E

H 0 1 L 29/786

H 0 1 L 29/78

6 1 2 B

審査請求 未請求 請求項の数 7 O L (全 15 頁)

(21) 出願番号 特願平10-12231

(22) 出願日 平成10年(1998) 1月26日

(71) 出願人 000005049

シャープ株式会社

大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号

(72) 発明者 齊藤 尚史

大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号

シャープ株式会社内

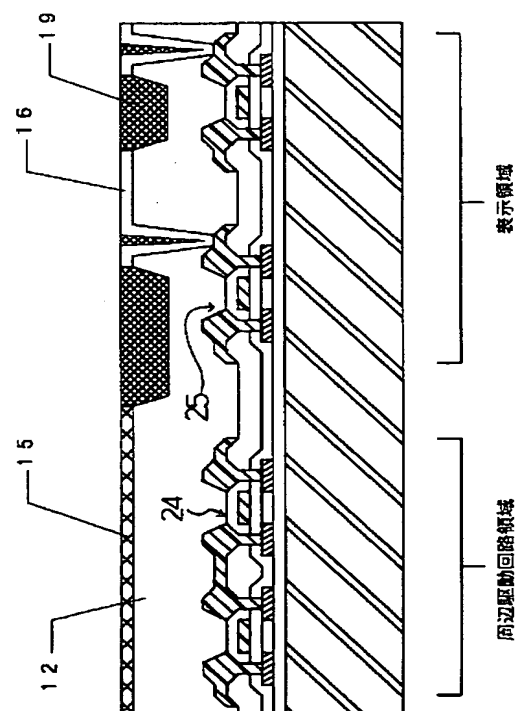
(74) 代理人 弁理士 小池 隆彌

(54) 【発明の名称】 アクティブマトリクス型液晶表示装置およびその製造方法

(57) 【要約】

【課題】 明るく高コントラストを有するアクティブマトリクス型液晶表示装置およびその製造方法を提供する。

【解決手段】 基板上にベースコート膜、活性層、ゲート絶縁膜、ゲート電極を所定の形状に形成する。活性層にはソース領域およびドレイン領域とチャネル領域とを形成する。その後、全面に層間絶縁膜を形成し、コンタクトホールを開口して、ソース電極およびドレイン電極を形成する。この後、全面に平坦化膜12を形成し、コンタクトホールを開口する。続いて、平坦化膜12の画素電極16が形成されていない領域をエッチングにより掘り下げ、凹部を形成する。次に、全面に黒色の樹脂を塗布し、コンタクトホールおよび凹部を黒色の樹脂で埋める。そして、全面をエッチバックして画素電極16の表面を露出させることで、画素用TFT25上に遮光膜19を形成する。駆動回路24を構成するTFT上には、透過率の低いITO等の透明導電性薄膜からなるシールド電極15を形成する。



BEST AVAILABLE COPY

(2)

【特許請求の範囲】

【請求項1】 画素用スイッチング素子と前記スイッチング素子を駆動するための駆動回路とが同一基板上に形成され、前記スイッチング素子と前記駆動回路とを被覆して表面を平坦とする平坦化膜が形成され、前記平坦化膜に開口されたコンタクトホールを介して、前記スイッチング素子と前記平坦化膜上に形成された画素電極とが電気的に接続されたアクティブマトリクス型液晶表示装置において、

表示領域では、前記画素電極以外の領域および前記コンタクトホールが有色の絶縁膜で埋められるとともに、前記駆動回路の上方領域に黒色化された透明導電性薄膜が形成されていることを特徴とするアクティブマトリクス型液晶表示装置。

【請求項2】 前記黒色化された透明導電性薄膜は、前記駆動回路の上方領域を覆うとともに、前記表示領域を囲むように前記表示領域の外周に形成されていることを特徴とする請求項1記載のアクティブマトリクス型液晶表示装置。

【請求項3】 前記黒色化された透明導電性薄膜上に、対向基板を貼り合わせるためのシールが形成されていることを特徴とする請求項1または請求項2記載のアクティブマトリクス型液晶表示装置。

【請求項4】 前記有色の絶縁膜は、前記黒色化された透明導電性薄膜の端部に接するように形成されていることを特徴とする請求項1乃至請求項3記載のアクティブマトリクス型液晶表示装置。

【請求項5】 画素用スイッチング素子と前記スイッチング素子を駆動するための駆動回路とを同一基板上に形成し、前記スイッチング素子と前記駆動回路とを被覆して表面を平坦とする平坦化膜を形成し、前記平坦化膜に開口したコンタクトホールを介して、前記スイッチング素子と前記平坦化膜上に形成した画素電極とを電気的に接続するアクティブマトリクス型液晶表示装置の製造方法において、

前記平坦化膜に前記コンタクトホールを形成する工程と、

前記平坦化膜上に透明導電性薄膜を形成する工程と、表示領域に前記画素電極を形成するとともに、前記駆動回路の上方領域を覆うように、前記透明導電性薄膜をパターニングする工程と、

前記駆動回路の上方領域の透明導電性薄膜を還元する工程と、

前記表示領域における前記画素電極以外の領域および前記コンタクトホールを有色の絶縁膜で埋める工程と、を有することを特徴とするアクティブマトリクス型液晶表示装置の製造方法。

【請求項6】 前記基板を電解液に浸漬し、電圧を印加して前記駆動回路の上方領域の透明導電性薄膜を陰極還元することを特徴とする請求項5記載のアクティブマト

リクス型液晶表示装置の製造方法。

【請求項7】 水素プラズマまたは水素イオンを照射して前記駆動回路の上方領域の透明導電性薄膜を還元することを特徴とする請求項5記載のアクティブマトリクス型液晶表示装置の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、薄膜トランジスタ（以下、TFTと称する）等のスイッチング素子を用いたアクティブマトリクス型液晶表示装置およびその製造方法に関するものであり、特に画素用スイッチング素子と画素用スイッチング素子を駆動するための駆動回路とを同一基板上に形成したドライバー型型のアクティブマトリクス型液晶表示装置およびその製造方法に関するものである。

【0002】

【従来の技術】近年、薄型で軽量、かつ低消費電力である利点を有するディスプレイとして液晶表示装置が注目を集めている。中でも、各画素毎にTFT等のスイッチング素子を設け、各画素を制御するようにしたアクティブマトリクス型液晶表示装置は、解像度に優れ、鮮明な画像が得られる等の理由から特に注目されている。

【0003】従来のスイッチング素子としては、非晶質シリコン薄膜を用いたTFTが知られており、このTFTを搭載したアクティブマトリクス型液晶表示装置が数多く商品化されている。

【0004】現在、この非晶質シリコン薄膜を用いたTFTに代わるスイッチング素子として、画素電極を駆動させるための画素用TFTと、その画素用TFTを駆動させるための駆動回路とを、一つの基板上に一体形成することができる可能性が有る多結晶シリコン薄膜を用いたTFTを形成する技術に大きな期待が寄せられている。

【0005】多結晶シリコン薄膜は、従来のTFTに用いられている非晶質シリコン薄膜に比べて高移動度を有しており、高性能なTFTを形成することが可能である。画素用TFTを駆動させるための駆動回路を一つの安価なガラス基板上に一体形成することが実現されると、従来に比べ、製造コストが大幅に低減されることになる。

【0006】このような多結晶シリコンTFTの活性層となる多結晶シリコン薄膜をガラス基板上に作製する技術としては、ガラス基板上に非晶質シリコン薄膜を堆積した後、600℃程度の温度で数時間～数十時間熱処理して結晶化させる固相成長法、エキシマレーザー等のパルスレーザー光を照射して、その部分の非晶質シリコン薄膜を瞬時に熔融させて再結晶化させるレーザー結晶化法等の方法が提案されている。

【0007】このアクティブマトリクス型液晶表示装置には、画素電極にITO等の透明導電性薄膜を用いた透

(3)

3

過型液晶表示装置と、画素電極に金属膜等からなる反射電極を用いた反射型液晶表示装置とが有る。

【0008】本来、液晶表示装置は自発光型のディスプレイではないため、透過型液晶表示装置の場合には、液晶表示装置の背後に照明装置、所謂バックライトを配置して、そこから入射される光によって表示を行っている。また、反射型液晶表示装置の場合には、外部からの入射光を反射電極によって反射させることで表示を行っている。

【0009】反射型液晶表示装置は、バックライトを使用しないため、消費電力は極めて小さいが、使用環境または使用条件、即ち周囲の明るさ等によって表示の明るさおよびコントラストが左右されてしまうという問題を有している。一方、透過型液晶表示装置の場合には、前述のようにバックライトを用いて表示を行うため、消費電力は大きくなるものの、周囲の明るさ等にさほど影響されることなく、明るく、高いコントラストを有する表示を行える利点がある。

【0010】ところで、前述のようなITO等の透明導電性薄膜または金属膜等からなる画素電極は、TFTのドレイン電極に接続され、隣接するゲート配線およびソース配線と短絡しないように、これらと一定の間隔を有するように形成される。

【0011】近年では、画素電極の有効面積を拡大するために、図15に示すように、TFT51上を含む基板52全面に、ポリイミド樹脂またはアクリル樹脂からなる平坦化膜53を形成し、平坦化膜53に開口したコンタクトホール54を介して、TFT51のドレイン電極55と平坦化膜53上に形成された画素電極56とを接続する保護膜上画素電極構造（以下、ピクセル・オン・パッシ構造と呼ぶ）が提案されている。尚、図15において、57はソース電極を示している。

【0012】この方法によると、画素電極56は平坦化膜53によってゲート配線およびソース配線と絶縁されることになるため、画素電極56の端部をゲート配線およびソース配線の上に配置することが可能となり、画素電極56の有効面積、即ち開口率を拡大することができるようになる。また、平坦化膜53は、TFT51、ゲート配線およびソース配線に起因する段差を容易に平坦化することができるため、液晶層58の配向の乱れを極めて少なくする効果を有している。

【0013】しかしながら、前述の方法では、TFT51、ゲート配線およびソース配線に起因する段差を平坦にするために、平坦化膜53を1 μ m以上、例えば2～4 μ mの厚みに形成する必要がある。そのため、画素電極56とドレイン電極55とを接続するために開口するコンタクトホール54による段差が大きなものとなり、画素電極56とドレイン電極55との接続が良好に行われないことがある。また、平坦化膜53を形成することによってTFT51、ゲート配線およびソース配線に起

4

因する段差は低減されるものの、コンタクトホール54に起因する段差が画素電極56の表面にも反映され、画素電極56の一部の領域に大きな段差が生じて液晶層58の配向の乱れが発生し、表示品位の低下を引き起こすことになる。

【0014】そこで、図16に示すように、例えば特公平1-35351号公報または特開平4-220625号公報に開示されているような、コンタクトホール54部分に平坦化膜53の表面とほぼ同じ高さとなるように、金属等の導電体59を設ける方法が提案されている。

【0015】これを製造する方法は、ドレイン電極55上に金属等からなる導電体59を形成し、TFT51等の段差を平坦化する平坦化膜53を形成した後、導電体59の表面が露出するように平坦化膜53をエッチングして、画素電極56を接続する方法がある。尚、図16において、52は基板、57はソース電極を示している。

【0016】一方、ピクセル・オン・パッシ構造のアクティブマトリクス型液晶表示装置によると、画素電極がゲート配線およびソース配線の上に重なるように形成されるため、ゲート配線およびソース配線がブラックマトリクスを兼ねることになり、画素電極とゲート配線およびソース配線との間隙を遮光するためのブラックマトリクスを対向基板側に配置する必要がなくなる。つまり、ピクセル・オン・パッシ構造のアクティブマトリクス型液晶表示装置では、ブラックマトリクスはTFTの上方のごく一部に設けるだけでよく、開口率を極めて高くすることが可能なのである。TFT上のブラックマトリクスは、TFTに不要な光が入射しないようにしてTFTの特性を安定させるという目的も有している。

【0017】図17に示すように、近年ではこうしたピクセル・オン・パッシ構造の特徴を活かし、TFT51上に直接ブラックマトリクス60を形成して、対向基板側にはブラックマトリクスを設けない方式も考えられている。尚、図17において、52は基板、53は平坦化膜、54はコンタクトホール、55はドレイン電極、56は画素電極、57はソース電極を示している。

【0018】このような技術は、例えば特開平1-68729号公報、特開平4-253028号公報または特開平8-122761号公報等に開示されている。特開平1-68729号公報には、TFT上に樹脂等からなる遮光膜を形成することが提案されており、特開平4-253028号公報には、TFT上の樹脂絶縁膜を着色することによって遮光膜にすることが提案されている。そして、特開平8-122761号公報には、反射電極を形成した後、黒色樹脂を塗布し、反射電極の表面が露出するまで黒色樹脂を研磨することによって遮光膜を形成することが提案されている。これらの方法によると、対向基板側にブラックマトリクスを設ける必要がなくな

(4)

5

る。

【0019】また、画素用TFTと、それを駆動させるための駆動回路とを、一つの基板上に一体形成するドライバモノリシック型液晶表示装置の場合には、図18に示すように、駆動回路61を構成するTFTの特性を安定させるために、画素用TFT62と同様に遮光膜63を設けることが知られている。このような技術は、例えば特開平9-105953号公報等に開示されている。また、駆動回路61を外周電界から保護して信頼性を向上させるために、駆動回路61の上方領域にシールド電極64を設けることが、特開平6-258659号公報または特開平6-258661号公報等に開示されている。尚、図18において、56は画素電極、65は対向基板、66はシールを示している。

【0020】

【発明が解決しようとする課題】前述したように、基板表面の形状は、液晶層の配向に乱れを生じさせる大きな要因となっている。基板表面に凹凸が存在すると、その部分で液晶層の配向に乱れが生じることになるのである。

【0021】最近では、前述したピクセル・オン・パッシ構造によって、TFT、ゲート配線およびソース配線による段差が緩和され、平坦化膜が形成された時点では基板表面には殆ど凹凸が存在しない。しかし、画素電極の膜厚分の段差、および画素電極とドレイン電極とを接続するためのコンタクトホールによる窪みが形成される。画素電極の膜厚分の段差はせいぜい数千Å程度であるが、コンタクトホールによる窪みは数μmであり、画素電極の膜厚分の段差とは比較にならない程のものである。

【0022】また、ドレイン電極と画素電極との接続を良好なものとするためには、コンタクトホールをテーパ形状に加工すればよいが、TFTの微細化に伴い、コンタクトホールの寸法も微細化していることから、極端なテーパ形状加工が行えない状況にある。つまり、テーパ形状に加工するとコンタクトホールの寸法が大きくなってしまふのである。コンタクトホールの寸法が大きくなると、前述のようにコンタクトホールの窪みが画素電極の表面にも反映され、画素電極の一部の領域に大きな段差が生じて液晶層の配向の乱れが発生し、表示品位の低下を引き起こすことになる。特に、画素電極のサイズが微細な場合には影響が顕著となる。

【0023】例えば、画素電極のサイズが $25\mu\text{m} \times 25\mu\text{m}$ であり、コンタクトホールの寸法が $5\mu\text{m} \times 5\mu\text{m}$ であったとすると、コンタクトホールが画素電極に占める割合は4%である。コンタクトホールの開口工程では、エッチングによる寸法シフトが発生しやすく、完成時にコンタクトホールの寸法が $10\mu\text{m} \times 10\mu\text{m}$ であったとすると、コンタクトホールが画素電極に占める割合は16%にまで達してしまうことになる。このような

6

状況では、ドレイン電極と画素電極との良好な接続を維持しつつ、コンタクトホールの段差に起因する不都合を解消することは容易なことではない。

【0024】前述した従来の方法は、こうした問題を解決するための方法を提案したものであり、特公平1-35351号公報または特開平4-220625号公報に示される方法は、ドレイン電極上に金属等からなる導電体を形成し、TFT等の段差を平坦化する平坦化膜を形成した後、導電体の表面を露出させるようにして、その部分に画素電極を接続する構成である。そのため、画素電極の表面は平坦な状態となり、コンタクトホールの段差に起因する液晶層の配向の乱れ、および画素電極とドレイン電極との接続不良を低減することができると考えられる。

【0025】しかしながら、この方法では、コンタクトホール部分にポリイミド樹脂またはアクリル樹脂からなる平坦化膜の膜厚と同程度の膜厚、即ち $2 \sim 4\mu\text{m}$ の膜厚を有する柱状の金属等からなる導電体を形成する必要がある。このような導電体を形成するためには、通常はスパッタリング法またはプラズマCVD法によって導電体を成膜することになると考えられるが、膜厚が厚いため、成膜に長時間を要したり、成膜途中または成膜後に膜剥がれが生じたりすることが容易に想像される。また、仮に正常に成膜が完了したとしても、これをエッチングして柱状にパターニングするには、長時間のエッチングを要することになると考えられ、実際には容易なことではない。また、これらの方法はTFTを遮光する機能を有するものではない。

【0026】一方、特開平1-68729号公報、特開平4-253028号公報または特開平8-122761号公報に示される方法は、TFT上に遮光膜を形成する方法である。

【0027】特開平1-68729号公報には、金属層によってコンタクトホール部分を埋め、TFT上には不透明な樹脂等による遮光膜を形成し、この遮光膜をマスクとして金属層をパターニングする方法が開示されている。この方法によると、コンタクトホール部分は金属層によって埋められることになるが、逆にこの金属層が画素電極の表面よりも突出することになる。この金属層は 6000Å 程度の膜厚を有していることが記載されており、さらにこの上に不透明な樹脂等による遮光膜が形成されると、最終的には $1\mu\text{m}$ 程度の膜厚となることが十分に考えられる。画素電極の表面よりも $1\mu\text{m}$ も突出した部分を有していると、その部分で液晶分子の配向が乱される可能性が非常に高い。

【0028】特開平4-253028号公報には、TFT上の樹脂等による平坦化膜を着色することによって遮光膜を形成する方法が開示されている。この方法によると、遮光膜は画素電極の表面よりも突出することがないが、平坦化膜を着色して遮光膜を形成した後に、コンタ

(5)

7

クトホールを開口して画素電極をTFTに接続するものであり、コンタクトホールによる凹部を埋めることができない。したがって、依然としてコンタクトホール部分での液晶分子の配向を良好なものにすることができない。

【0029】特開平8-122761号公報には、TFTに接続される反射電極を形成した後に、黑色樹脂を塗布し、反射電極の表面が露出するまで黑色樹脂を研磨材を用いて研磨する方法が開示されている。この方法によると、反射電極間を黑色樹脂で埋めることになる。おそらく、コンタクトホール部分も黑色樹脂で埋めることになると思われるが、詳細な記載がないためにその点に関しては不明である。また、このようにして形成された遮光膜は、反射電極と概ね同じ膜厚であると思われるが、通常反射電極として形成される金属膜の膜厚は、100.0 Å～数千Å程度であると考えられ、この膜厚と同程度の膜厚の黑色樹脂がTFTを遮光するために十分な機能を有するかどうか不明である。

【0030】また、特開平9-105953号公報は、駆動回路領域上を黑色の有機樹脂によって遮光するものが記載されている。これは、駆動回路領域上のみを遮光するものである。したがって、本発明の主たる目的の一つである画素電極上におけるコンタクトホールに起因する凹状の窪みを解消し、液晶分子の配向を安定に保つことに関して、この発明は寄与することがないのである。

【0031】また、特開平6-258659号公報または特開平6-258661号公報には、駆動回路が形成された領域の有機絶縁膜上にITOによるシールド電極を設ける方法が開示されている。このシールド電極によって外部電界から駆動回路が保護され、信頼性が向上するのであるが、このシールド電極は遮光性がなく、外部光に対して駆動回路を保護する機能は有していないのである。

【0032】本発明は、以上のような従来の問題点に鑑みなされたものであって、明るく高コントラストを有するアクティブマトリクス型液晶表示装置およびその製造方法を提供することを目的としている。

【0033】

【課題を解決するための手段】 前述した目的を達成するために、本発明の請求項1記載のアクティブマトリクス型液晶表示装置は、画素用スイッチング素子と前記スイッチング素子を駆動するための駆動回路とが同一基板上に形成され、前記スイッチング素子と前記駆動回路とを被覆して表面を平坦とする平坦化膜が形成され、前記平坦化膜に開口されたコンタクトホールを介して、前記スイッチング素子と前記平坦化膜上に形成された画素電極とが電気的に接続されたアクティブマトリクス型液晶表示装置において、表示領域では、前記画素電極以外の領域および前記コンタクトホールが有色の絶縁膜で埋められるとともに、前記駆動回路の上方領域に黑色化された

8

透明導電性薄膜が形成されていることを特徴としている。

【0034】請求項2記載のアクティブマトリクス型液晶表示装置は、請求項1記載のアクティブマトリクス型液晶表示装置において、前記黑色化された透明導電性薄膜は、前記駆動回路の上方領域を覆うとともに、前記表示領域を囲むように前記表示領域の外周に形成されていることを特徴としている。

【0035】請求項3記載のアクティブマトリクス型液晶表示装置は、請求項1または請求項2記載のアクティブマトリクス型液晶表示装置において、前記黑色化された透明導電性薄膜上に、対向基板を貼り合わせるためのシールが形成されていることを特徴としている。

【0036】請求項4記載のアクティブマトリクス型液晶表示装置は、請求項1乃至請求項3記載のアクティブマトリクス型液晶表示装置において、前記有色の絶縁膜は、前記黑色化された透明導電性薄膜の端部に接するように形成されていることを特徴としている。

【0037】請求項5記載のアクティブマトリクス型液晶表示装置の製造方法は、画素用スイッチング素子と前記スイッチング素子を駆動するための駆動回路とを同一基板上に形成し、前記スイッチング素子と前記駆動回路とを被覆して表面を平坦とする平坦化膜を形成し、前記平坦化膜に開口したコンタクトホールを介して、前記スイッチング素子と前記平坦化膜上に形成した画素電極とを電気的に接続するアクティブマトリクス型液晶表示装置の製造方法において、前記平坦化膜に前記コンタクトホールを形成する工程と、前記平坦化膜上に透明導電性薄膜を形成する工程と、表示領域に前記画素電極を形成するとともに、前記駆動回路の上方領域を覆うように、前記透明導電性薄膜をパターニングする工程と、前記駆動回路の上方領域の透明導電性薄膜を還元する工程と、前記表示領域における前記画素電極以外の領域および前記コンタクトホールを有色の絶縁膜で埋める工程と、を有することを特徴としている。

【0038】請求項6記載のアクティブマトリクス型液晶表示装置の製造方法は、請求項5記載のアクティブマトリクス型液晶表示装置の製造方法において、前記基板を電解液に浸漬し、電圧を印加して前記駆動回路の上方領域の透明導電性薄膜を陰極還元することを特徴としている。

【0039】請求項7記載のアクティブマトリクス型液晶表示装置の製造方法は、請求項5記載のアクティブマトリクス型液晶表示装置の製造方法において、水素プラズマまたは水素イオンを照射して前記駆動回路の上方領域の透明導電性薄膜を還元することを特徴としている。

【0040】本発明のアクティブマトリクス型液晶表示装置によれば、画素用スイッチング素子と前記スイッチング素子を駆動するための駆動回路とが同一基板上に形成され、表示領域では画素電極以外の領域およびコンタ

(6)

9

クトホールが有色の絶縁膜で埋められるとともに、駆動回路の上方領域に黒色化された透明導電性薄膜が形成されていることにより、液晶分子の配向を乱すことなく良好な表示特性を得ることができるとともに、駆動回路をシールの下に配置することが可能となって表示に寄与しない領域を小さくすることができる。即ち、スイッチング素子、ソース配線およびゲート配線上に遮光膜を形成すると同時に、コンタクトホールによる窪みをなくして液晶分子の配向を乱すような凹凸を生じさせないようにできる。さらに、駆動回路の上方領域に形成された黒色化された透明導電性薄膜は表面が平坦であるため、この部分に対向基板を貼り合わせるためのシールを配置しても全く差し支えない。したがって駆動回路をシールの下に配置することが可能となり、表示に寄与しない領域を小さくすることができる。また、駆動回路の上方領域にシールド電極を兼ねる遮光膜を容易に形成することができる。

【0041】さらに、黒色化された透明導電性薄膜は、駆動回路の上方領域を覆うとともに表示領域を囲むように表示領域の外周に形成されていることにより、有色の絶縁膜の膜剥がれを防止することができる。即ち、有色の絶縁膜が、表示領域の外周に形成された黒色化された透明導電性薄膜によって囲まれ、基板の端部には形成されていないため、基板の端部での有色の絶縁膜の膜剥がれを防止することができる。

【0042】さらに、黒色化された透明導電性薄膜上に、対向基板を貼り合わせるためのシールが形成されていることにより、対向基板を確実に貼り合わせることができる。即ち、対向基板を貼り合わせるためのシールとスイッチング素子等が形成されたアクティブマトリクス基板との密着性を向上させることができる。つまり、ポリイミド樹脂またはアクリル樹脂等の有機絶縁膜上ではシールの密着性が悪く剥がれを生じる場合があるが、無機絶縁膜上では良好な密着性を有する。したがって、シールを黒色化された透明導電性薄膜上に形成することにより、対向基板とアクティブマトリクス基板との良好な密着性を確保することができる。

【0043】さらに、有色の絶縁膜が黒色化された透明導電性薄膜の端部に接するように形成されていることにより、表示領域および駆動回路領域のスイッチング素子を確実に遮光することができる。即ち、表示領域と駆動回路領域との境界にも有色の絶縁膜を形成しているのので、表示領域と駆動回路領域との境界から光が入射して直接または多重反射によってスイッチング素子に入射することを防止することができる。

【0044】本発明のアクティブマトリクス型液晶表示装置の製造方法によれば、画素用スイッチング素子と前記スイッチング素子を駆動するための駆動回路とを同一基板上に形成するアクティブマトリクス型液晶表示装置の製造方法において、平坦化膜にコンタクトホールを形

10

成する工程と、平坦化膜上に透明導電性薄膜を形成する工程と、表示領域に画素電極を形成するとともに、駆動回路の上方領域を覆うように透明導電性薄膜をパターンニングする工程と、駆動回路の上方領域の透明導電性薄膜を還元する工程と、表示領域における画素電極以外の領域およびコンタクトホールを有色の絶縁膜で埋める工程と、を有することにより、液晶分子の配向を乱すことなく良好な表示特性を得ることができるとともに、駆動回路をシールの下に配置することが可能となって表示に寄与しない領域を小さくすることができる。即ち、スイッチング素子、ソース配線およびゲート配線上に遮光膜を形成すると同時に、コンタクトホールによる窪みをなくして液晶分子の配向を乱すような凹凸を生じさせないようにできる。さらに、駆動回路の上方領域に形成される還元された透明導電性薄膜は表面が平坦であるため、この部分に対向基板を貼り合わせるためのシールを配置しても全く差し支えない。したがって駆動回路をシールの下に配置することが可能となり、表示に寄与しない領域を小さくすることができる。また、駆動回路の上方領域にシールド電極を兼ねる遮光膜を容易に形成することができる。

【0045】また、基板を電解液に浸漬し、電圧を印加して駆動回路の上方領域の透明導電性薄膜を陰極還元することにより、駆動回路の上方領域にシールド電極を兼ねる遮光膜を容易に形成することができる。

【0046】また、水素プラズマまたは水素イオンを照射して駆動回路の上方領域の透明導電性薄膜を還元することにより、駆動回路の上方領域にシールド電極を兼ねる遮光膜を容易に形成することができる。

【0047】

【発明の実施の形態】図1乃至図14を用いて、本発明の実施の形態について説明する。図1は本発明に係わるアクティブマトリクス型液晶表示装置を構成するアクティブマトリクス基板を示す断面図、図2は本発明に係わるアクティブマトリクス型液晶表示装置の画素用TFTを示す断面図である。

【0048】図1および図2に示すように、ガラス等の基板1上に SiO_2 膜等からなるベースコート膜2を形成し、ベースコート膜2上にシリコン薄膜からなるTFTの活性層3を所定の形状に形成する。活性層3上には SiO_2 膜等の絶縁膜を形成し、ゲート絶縁膜4を形成する。ゲート絶縁膜4上にはAl等の金属材料からなるゲート電極5を所定の形状に形成する。活性層3には不純物イオンを注入したソース領域およびドレイン領域6と、ゲート電極5の下方の領域に不純物イオンを注入していないチャネル領域7とを形成する。

【0049】その後、全面に絶縁膜を形成して層間絶縁膜8を形成する。ソース領域およびドレイン領域6の上方の層間絶縁膜8およびゲート絶縁膜4にはコンタクトホール9を開口し、Al等の金属材料からなるソース電

(7)

11

極10およびドレイン電極11を形成して、ソース領域およびドレイン領域6に接続する。

【0050】この後、全面にポリイミド樹脂またはアクリル樹脂等を塗布して平坦化膜12を形成する。平坦化膜12にコンタクトホール13を開口し、ドレイン電極11に電氣的に接続するようにITO等の透明導電性薄膜を形成する。そして、ITO等の透明導電性薄膜上にレジストによるマスクを形成し、ITO等の透明導電性薄膜を所定の形状にパターニングして画素電極16を形成する。続いて、この状態で平坦化膜12の画素電極16が形成されていない領域をエッチングにより掘り下げ、凹部17を形成する。

【0051】次に、全面に黒色の樹脂を塗布し、コンタクトホール13および凹部17を黒色の樹脂で埋める。そして、全面をエッチバックして画素電極16の表面を露出させることで、TFT上に遮光膜19を形成する。本発明のTFT上とは、少なくともチャネル領域7を含む領域であり、ゲート電極5またはソース電極10を領域の中に含んでも差し支えない。

【0052】駆動回路24を構成するTFT上には、透過率の低いITO等の透明導電性薄膜からなるシールド電極15を形成する。

【0053】図示していないが、この後全面に配向膜を形成し、配向処理を施した後、カラーフィルタおよび対向電極等を形成した対向基板を貼り合わせ、両基板間に液晶を注入してアクティブマトリクス型液晶表示装置を完成させる。

【0054】本発明によると、黒色の樹脂によってコンタクトホール13に起因する凹状の窪み部分を埋めるとともに、画素用TFT25上に遮光膜19を有し、駆動回路24を構成するTFT上にはシールド電極15を有する構成であるため、画素電極16の表面に液晶分子の配向を乱すような凹凸を生じさせることがなく、対向基板を貼り合わせるためのシールの密着性を良好に維持することができる。また、シールド電極15は駆動回路24を外電界から保護するシールドの役割と遮光膜としての役割を果たす。

【0055】また、本発明はこのような構成のアクティブマトリクス型液晶表示装置を製造するに際し、従来のアクティブマトリクス型液晶表示装置またはTFTを製造するために用いられる成膜方法およびエッチング方法を有効に組み合わせることによって簡便に製造することができるものであり、従来のアクティブマトリクス型液晶表示装置またはTFTの製造工程になかった特殊な方法を用いる必要がなく、従来の製造装置をそのまま用いて製造することができる利点を有している。

【0056】（実施の形態1）図3乃至図8を用いて、本発明に係わるアクティブマトリクス型液晶表示装置の製造方法の詳細を説明する。図3は実施の形態1に係わるアクティブマトリクス型液晶表示装置の製造工程を示

12

す断面図、図4は図3の続きを示す断面図、図5は図4の続きを示す断面図、図6は実施の形態1に係わるアクティブマトリクス型液晶表示装置を構成するアクティブマトリクス基板を示す平面図、図7は還元前と還元後のITOの可視光領域の波長における光透過率を示す説明図、図8は遮光膜の隙間からの光の入射を説明する断面図である。尚、図3乃至図5は図6のA-A線における断面図であり、図6ではTFT等の細部は省略している。

【0057】図3(a)に示すように、ガラス基板等の基板上にTFTを周知の方法によって作製する。作製方法は概ね以下の通りである。

【0058】まず、基板上に SiO_2 膜等からなるベースコート膜をスパッタリング法またはプラズマCVD法によって形成する。次に、多結晶シリコン薄膜または非晶質シリコン薄膜を例えば3.0~50nm程度の膜厚に形成し、非晶質シリコン薄膜の場合は上方からレーザー光を照射することで多結晶化して、所定の形状にパターニングしてTFTの活性層とする。

【0059】次いで、活性層上に SiO_2 膜等の絶縁膜を形成してゲート絶縁膜を形成し、活性層上にはゲート絶縁膜を介してAl等の金属材料からなるゲート電極を所定の形状に形成する。

【0060】次いで、活性層にゲート電極をマスクとして不純物イオンを注入し、その後注入した不純物イオンを活性化するための加熱処理を施して、ソース領域およびドレイン領域を形成する。ゲート電極の下方の領域には、不純物イオンを注入していないチャネル領域を形成する。

【0061】その後、全面に SiO_2 または Si_3N_4 膜等を形成して層間絶縁膜を形成する。そして、ソース領域およびドレイン領域の上方の層間絶縁膜およびゲート絶縁膜にコンタクトホールを開口し、Al等の金属材料からなるソース電極およびドレイン電極を形成してソース領域およびドレイン領域に接続する。このようにして画素用TFT25および駆動回路24を構成するTFTを製造する。

【0062】本実施の形態では、コプラナ型TFTについて説明したが、逆スタガ型TFTであっても差し支えない。

【0063】この後、全面にポリイミド樹脂またはアクリル樹脂等を塗布して平坦化膜を形成する。本実施の形態では、平坦化膜としてオプトマーSS（日本合成ゴム社製）を用いて、2~4 μm 、例えば最大で2 μm の厚みになるように塗布形成する。尚、平坦化膜として用いた材料は一例であり、同等の他の材料を用いても差し支えない。

【0064】次に、ドレイン電極の上方の平坦化膜にコンタクトホールを開口する。コンタクトホールの開口には、酸素ガスによるドライエッチングを用いることがで

50

(8)

13

きる。本実施の形態では、酸素ガス流量400 sccm、高周波電力600W、ガス圧力20mTorrの条件でエッチングを行い、コンタクトホールを形成する。

【0065】続いて、ITO等の透明導電性薄膜を形成してパターンニングし、所定の形状の画素電極16およびシールド電極15を形成する。そして、表示領域にフォトレジスト14を形成する。

【0066】次に、図3(b)に示すように、シールド電極15の表面または全体を還元させて黒色化する。シールド電極15の黒色化は、例えばシールド電極15がITOの場合には、InとSnの酸化物が還元されることによって、InとSnの金属微粒子が析出して黒色化される。

【0067】シールド電極15を還元するためには、N₂ガス雰囲気中で250～300℃に加熱する方法がある。但し、この方法によると1時間程度の加熱を要するため、本実施の形態では、水素(H⁺)プラズマまたは水素(H⁺)イオンを照射してシールド電極15を還元させる。条件としては、水素プラズマを用いる場合は、水素プラズマ濃度は10⁷～10¹²/cm³、照射時間は10秒～15分程度が好ましい。水素イオンを用いる場合は、水素イオンのドーズ量が10¹²～10¹⁸cm²が好ましい。本実施の形態では、基板温度200℃で水素プラズマ照射を10分間行うことにより、シールド電極15を還元させる。

【0068】図7に、還元前と還元後のITOの可視光領域(390～770nm)の波長における光透過率を示す。このときのITOの膜厚は100nmである。

【0069】図7に示すように、還元後の光透過率は全波長領域において概ね50%以下の値を示している。尚、水素プラズマの場合は、濃度、照射時間または基板温度を変えることにより、還元される部分の膜厚を制御することが可能である。また、水素イオンの場合は、ドーズ量を変えることにより、同様に還元される部分の膜厚を制御することが可能である。即ち、還元される部分の膜厚を制御することにより、光透過率をさらに低くすることが容易にできる。

【0070】ここで、本実施の形態でいう黒色化とは、必ずしも完全な黒色となることではない。通常、液晶表示装置等に用いられる透明導電性薄膜の光透過率(可視光領域で90～80%)よりも低い光透過率を有する膜であれば、一定の効果を奏することができる。したがって、本明細書中では、低い光透過率の透明導電性薄膜も含めて黒色化と呼ぶことにする。また、ITO等の透明導電性薄膜は、あまり緻密ではなく柱状構造であるため、表面は平坦ではなく微細な凹凸が形成されてざらついている。これにより、光が散乱する効果が得られる。

【0071】次に、図4(c)に示すように、コンタクトホールを形成した方法と同様の方法により、画素電極16およびシールド電極15が形成された以外の領域、

14

即ち平坦化膜12が露出している領域に凹部17を形成する。本工程では、画素電極16およびシールド電極15はほとんどエッチングされることがないので、画素電極16およびシールド電極15をマスクとして用いることができる。また、本工程では、凹部17は平坦化膜12の膜厚の1/2～2/3程度になるように形成したが、全部除去するようにしても差し支えない。尚、本工程で平坦化膜12として用いた材料は一例であり、同等の他の材料を用いても差し支えない。

【0072】次に、図4(d)に示すように、全面に黒色の樹脂18を塗布する。黒色の樹脂18は、コンタクトホール13と凹部17による段差を平坦にする程度の膜厚でよい。本実施の形態では、黒色の樹脂18としてカラーモザイクCK(富士ハント社製)を用いて、1～2μm、例えば1μmの厚みになるように塗布形成する。この工程では、黒色の樹脂18を用いることが最も好ましいが、黒色の樹脂18の代わりに黒色に近い有色の樹脂を用いてもある程度の効果を得ることができる。

【0073】次に、図5(e)に示すように、黒色の樹脂の全面をエッチングし、シールド電極15および画素電極16の表面を露出させ、遮光膜19を形成する。この工程では、フォトレジスト等のマスクを用いることなく全面をエッチングする。これをエッチバック工程と称している。エッチングには、前述の酸素ガスによるドライエッチングを用いる。本工程により、コンタクトホールに起因する凹部は遮光膜19によって埋められるとともに、画素用TFT25の上方領域に遮光膜19が形成される。

【0074】本実施の形態では、平坦化膜を膜厚方向に1/2～2/3程度除去している。即ち、平坦化膜に1～1.4μm程度の深さの凹部を形成し、その凹部を黒色の樹脂で埋めるため、黒色の樹脂が遮光膜19として機能するための十分な膜厚を確保することができる。

【0075】このとき、図6に示すように、シールド電極15は表示領域26を囲むように形成されている。尚、図6において、24は駆動回路、25は画素用TFTを示している。

【0076】このように、表示領域26はシールド電極15で囲まれているため、遮光膜は基板の端部に形成されない。したがって、1枚の基板から複数のアクティブマトリクス基板に分断する際の基板の端部での膜剥がれ防止できる。特に、有機絶縁膜を積層した場合は密着性に難があるため、一層膜剥がれが懸念されるが、これを防止することができる。

【0077】図示していないが、この後全面に配向膜を形成し、配向処理を施した後、カラーフィルターおよび対向電極等を形成した対向基板を貼り合わせ、両基板間に液晶を注入してアクティブマトリクス型液晶表示装置を完成する。

【0078】本実施の形態によると、コンタクトホール

(9)

15

に起因する段差が遮光膜によって埋められるとともに、画素用TFTの上方領域に遮光膜がシールド電極の端部に接するように形成される。また、駆動回路の上方領域には黒色化されたシールド電極が形成されるため、駆動回路を構成するTFTの特性が外部から入射する光によって劣化することを防止することができる。

【0079】遮光膜間に間隙が存在する場合、図8に示すように、遮光膜19間から光が入射して、TFT27の特性の劣化を招くことになる。本実施の形態では、遮光膜間に間隙が存在しないため、遮光の効果を最大限にすることができる。

【0080】（実施の形態2）図9乃至図14を用いて、本発明に係わる他のアクティブマトリクス型液晶表示装置の製造方法の詳細を説明する。図9は実施の形態2に係わるアクティブマトリクス型液晶表示装置の製造工程を示す断面図、図10は図9の続きを示す断面図、図11は図10の続きを示す断面図、図12は陰極還元の方法を説明する概念図、図13は実施の形態2に係わるアクティブマトリクス型液晶表示装置を構成するアクティブマトリクス基板を示す平面図、図14は実施の形態2に係わるアクティブマトリクス型液晶表示装置を示す断面図である。

【0081】図9（a）に示すように、ガラス基板等の基板上にTFTを周知の方法によって作製する。TFTの製造方法は、実施の形態1と同様であるため詳細な説明は省略する。本実施の形態では、コプラナ型TFTについて説明するが、逆スタガ型TFTであっても差し支えない。

【0082】表示領域および駆動回路領域のTFTを形成した後、全面にポリイミド樹脂またはアクリル樹脂等を塗布して平坦化膜を形成する。本実施の形態では、平坦化膜にオプトマーSS（日本合成ゴム社製）を用いて、2～4μm、例えば最大で2μmの厚みになるように塗布形成する。

【0083】次に、ドレイン電極の上方の平坦化膜にコンタクトホールを開孔する。コンタクトホールの開口には、酸素ガスによるドライエッチングを用いることができる。本実施の形態では、酸素ガス流量400sccm、高周波電力600W、ガス圧力20mTorrの条件でエッチングを行い、コンタクトホールを形成する。

【0084】続いて、ITO等の透明導電性薄膜を形成し、フォトレジストによるマスクを用いてパターンニングして、駆動回路24を構成するTFT上には所定の形状のシールド電極15を、表示領域の画素用TFT25上には画素電極16を形成する。

【0085】次に、図9（b）に示すように、コンタクトホールを形成した方法と同様の方法により、画素電極16およびシールド電極15が形成されていない領域、即ち平坦化膜12が露出している領域に凹部17を形成する。本工程では、凹部17は平坦化膜12の膜厚の1

16

／2～2／3程度になるように形成する。その結果、表示領域では画素電極16間の平坦化膜12が膜厚方向に所定の量だけ除去され、凹部17が形成される。駆動回路領域では、画素電極16と同一材料によるシールド電極15が形成されているため、平坦化膜12は除去されない。尚、本工程で平坦化膜12として用いた材料は一例であり、同等の他の材料を用いても差し支えない。

【0086】次に、図10（c）に示すように、シールド電極15を水素イオンを含む電解液中で陰極還元させ、黒色化させる。本工程では、図12に示すように、容器に水素イオンを含む電解液20、例えば塩酸水溶液（濃度4％）中に基板1を浸漬し、陽極にステンレス板21を用い、25Vの電圧を5～10秒間印加する。尚、これは一例を示したもので、水溶液の種類または濃度はこれに限定されるものではない。また、水溶液の種類または濃度が変われば印加する電圧または電圧印加時間も当然変化する。このようにしてシールド電極15を黒色化させることにより、遮光性を有する膜を構成する。

【0087】次に、図10（d）に示すように、全面に黒色の樹脂18を塗布する。黒色の樹脂18は、コンタクトホール13とTFTの上方領域に形成した凹部17による段差を平坦にする程度の膜厚でよい。本実施の形態では、黒色の樹脂18としてカラモザイクC/K（富士ハント社製）を用いて、1～2μm、例えば1μmの厚みになるように塗布形成する。この工程では、黒色の樹脂18を用いることが最も好ましいが、黒色の樹脂18の代わりに黒色に近い有色の樹脂を用いてもある程度の効果を得ることが期待できる。

【0088】次に、図11（e）に示すように、黒色の樹脂の全面をエッチングして画素電極16の表面を露出させる。この工程では、フォトレジスト等のマスクを用いることなく全面をエッチングする。これをエッチバック工程と称している。エッチングには、前述の酸素ガスによるドライエッチングを用いる。本工程によってコンタクトホール13に起因する段差が遮光膜19によって埋められるとともに、TFTの上方領域に樹脂による遮光膜19が形成される。

【0089】図示していないが、この後全面に配向膜を形成し、配向処理を施した後、カラーフィルターおよび対向電極等を形成した対向基板を貼り合わせ、両基板間に液晶を注入してアクティブマトリクス型液晶表示装置を完成する。

【0090】本実施の形態によれば、図13に示すように、表示領域では画素電極16以外の部分に黒色の樹脂による遮光膜19が形成され、駆動回路24が形成されている領域では、その全域に黒色化された透明導電性薄膜からなるシールド電極15による遮光膜が形成されている。尚、図13において、画素用TFT25、駆動回路24を構成するTFTおよび配線はその細部を省略し

(10)

17

ている。

【0091】このように、コンタクトホールに起因する段差が遮光膜によって埋められるとともに、画素用TFTの上方領域に樹脂による遮光膜が形成され、駆動回路領域には黒色化されたシールド電極による遮光膜が形成される。このため、駆動回路を構成するTFTの特性が、外部から入射する光によって劣化することを防止することができる。さらに、シールド電極を還元する際に水素イオンを含む電解液中で陰極還元することにより、シールド電極部分のみを選択的に黒色化することができるため、他の実施の形態に比べて製造工程を短縮することができる。

【0092】また、図14に示すように、駆動回路24の上方領域には、黒色化されたシールド電極15が形成され、シールド電極15の表面は平坦に形成されているため、対向基板22を貼り合わせるためのシール23をシールド電極15の上に配置しても全く支障がない。さらに、シール23が直接有機樹脂膜からなる平坦化膜12に接することがないので、貼り合わせ不良等が発生することがない。

【0093】このように、駆動回路24をシール23下に配置することにより、表示に寄与しない領域をより小さくすることが可能となり、アクティブマトリクス型液晶表示装置の小型化を実現することができる。尚、図14において、画素用TFT25、駆動回路24および配線はその細部を省略している。

【0094】

【発明の効果】以上の説明のように、本発明のアクティブマトリクス型液晶表示装置によれば、画素用スイッチング素子と前記スイッチング素子を駆動するための駆動回路とが同一基板上に形成され、表示領域では画素電極以外の領域およびコンタクトホールが有色の絶縁膜で埋められるとともに、駆動回路の上方領域に黒色化された透明導電性薄膜が形成されていることにより、液晶分子の配向を乱すことなく良好な表示特性を得ることができるとともに、駆動回路をシールの下に配置することで表示に寄与しない領域を小さくすることができる。また、駆動回路の上方領域にシールド電極を兼ねる遮光膜を容易に形成することができる。

【0095】さらに、黒色化された透明導電性薄膜は、駆動回路の上方領域を覆うとともに表示領域を囲むように表示領域の外周に形成されていることにより、有色の絶縁膜の膜剥がれを防止することができる。

【0096】さらに、黒色化された透明導電性薄膜上に対向基板を貼り合わせるためのシールが形成されていることにより、対向基板を確実に貼り合わせることができる。

【0097】さらに、有色の絶縁膜が黒色化された透明導電性薄膜の端部に接するように形成されていることにより、表示領域および駆動回路領域のスイッチング素子

18

を確実に遮光することができる。

【0098】本発明のアクティブマトリクス型液晶表示装置の製造方法によれば、画素用スイッチング素子と前記スイッチング素子を駆動するための駆動回路とを同一基板上に形成するアクティブマトリクス型液晶表示装置の製造方法において、平坦化膜にコンタクトホールを形成する工程と、平坦化膜上に透明導電性薄膜を形成する工程と、表示領域に画素電極を形成するとともに、駆動回路の上方領域を覆うように透明導電性薄膜をパターンニングする工程と、駆動回路の上方領域の透明導電性薄膜を還元する工程と、表示領域における画素電極以外の領域およびコンタクトホールを有色の絶縁膜で埋める工程と、を有することにより、液晶分子の配向を乱すことなく良好な表示特性を得ることができるとともに、駆動回路をシールの下に配置することで表示に寄与しない領域を小さくすることができる。また、駆動回路の上方領域にシールド電極を兼ねる遮光膜を容易に形成することができる。

【0099】また、基板を電解液に浸漬し、電圧を印加して駆動回路の上方領域の透明導電性薄膜を陰極還元することにより、駆動回路の上方領域にシールド電極を兼ねる遮光膜を容易に形成することができる。

【0100】また、水素プラズマまたは水素イオンを照射して駆動回路の上方領域の透明導電性薄膜を還元することにより、駆動回路の上方領域にシールド電極を兼ねる遮光膜を容易に形成することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明に係わるアクティブマトリクス型液晶表示装置を構成するアクティブマトリクス基板を示す断面図である。

【図2】本発明に係わるアクティブマトリクス型液晶表示装置の画素用TFTを示す断面図である。

【図3】(a)および(b)は実施の形態1に係わるアクティブマトリクス型液晶表示装置の製造工程を示す断面図である。

【図4】(c)および(d)は図3の続きを示す断面図である。

【図5】(e)は図4の続きを示す断面図である。

【図6】実施の形態1に係わるアクティブマトリクス型液晶表示装置を構成するアクティブマトリクス基板を示す平面図である。

【図7】還元前と還元後のITOの可視光領域の波長における光透過率を示す説明図である。

【図8】遮光膜の間隙からの光の入射を説明する断面図である。

【図9】(a)および(b)は実施の形態2に係わるアクティブマトリクス型液晶表示装置の製造工程を示す断面図である。

【図10】(c)および(d)は図9の続きを示す断面図である。

(11)

19

【図11】(e)は図10の続きを示す断面図である。

【図12】陰極還元の方法を説明する概念図である。

【図13】実施の形態2に係わるアクティブマトリクス型液晶表示装置を構成するアクティブマトリクス基板を示す平面図である。

【図14】実施の形態2に係わるアクティブマトリクス型液晶表示装置を示す断面図である。

【図15】ピクセル・オン・パッシ構造を説明する断面図である。

【図16】従来の画素電極の平坦化技術を説明する断面図である。

【図17】従来のTFT上に形成したブラックマトリクスを説明する断面図である。

【図18】従来のアクティブマトリクス型液晶表示装置を示す断面図である。

【符号の説明】

- 1 基板
- 2 ベースコート膜
- 3 活性層
- 4 ゲート絶縁膜
- 5 ゲート電極
- 6 ソース領域およびドレイン領域
- 7 チャンネル領域
- 8 層間絶縁膜
- 9、13 コンタクトホール
- 10 ソース電極
- 11 ドレイン電極
- 12 平坦化膜
- 14 フォトリソスト

15 シールド電極

16 画素電極

17 凹部

18 黒色の樹脂

19 遮光膜

20 電解液

21 ステンレス板

22 対向基板

23 シール

24 駆動回路

25 画素用TFT

26 表示領域

27 TFT

51 TFT

52 基板

53 平坦化膜

54 コンタクトホール

55 ドレイン電極

56 画素電極

57 ソース電極

58 液晶層

59 導電体

60 ブラックマトリクス

61 駆動回路

62 画素用TFT

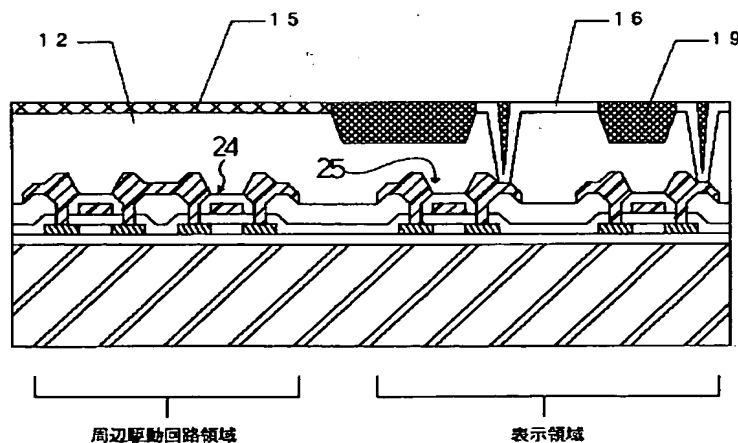
63 遮光膜

64 シールド電極

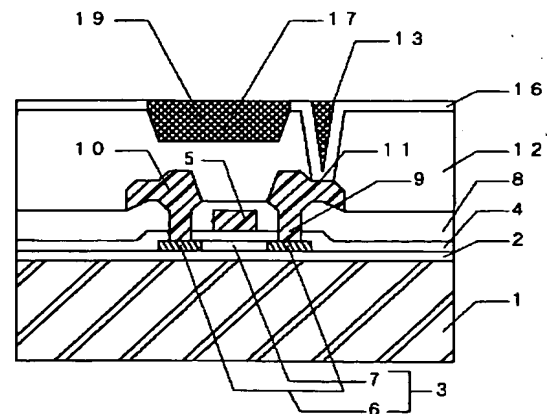
65 対向基板

66 シール

【図1】

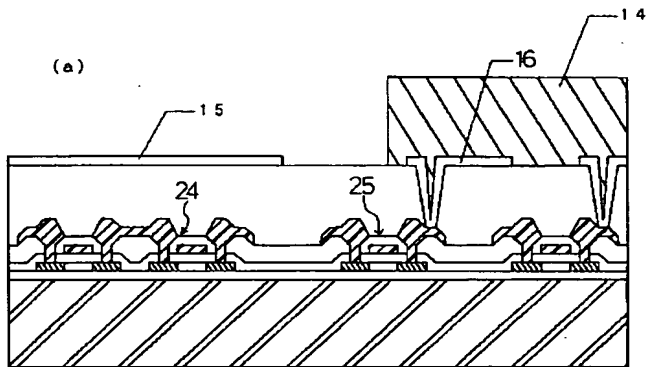


【図2】

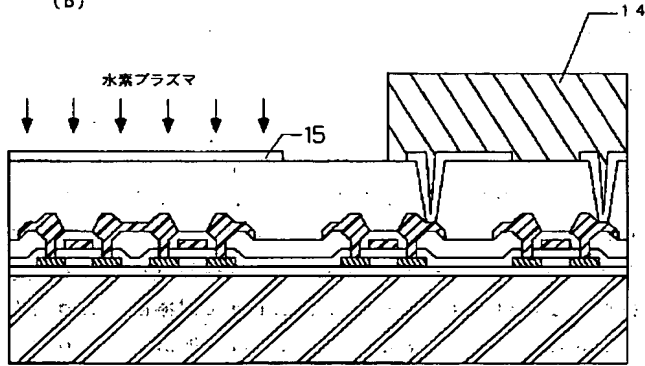


(12)

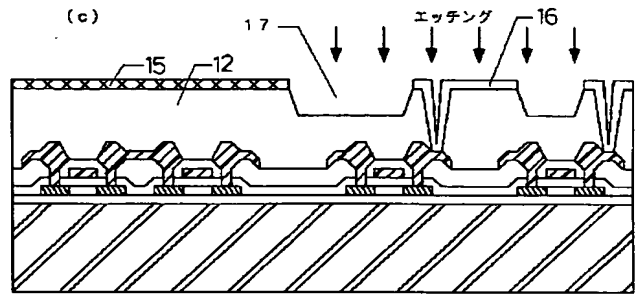
【図3】



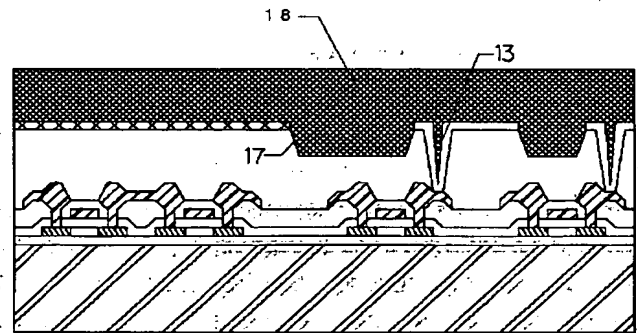
(b)



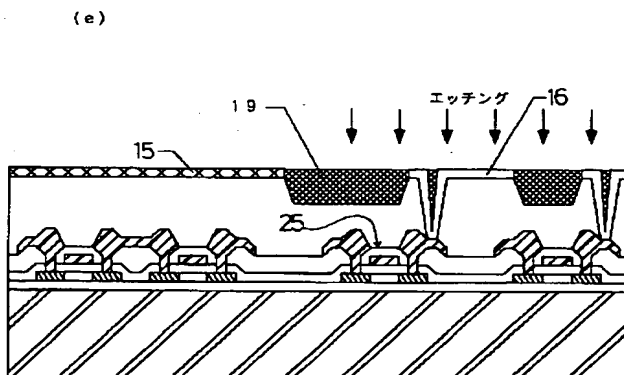
【図4】



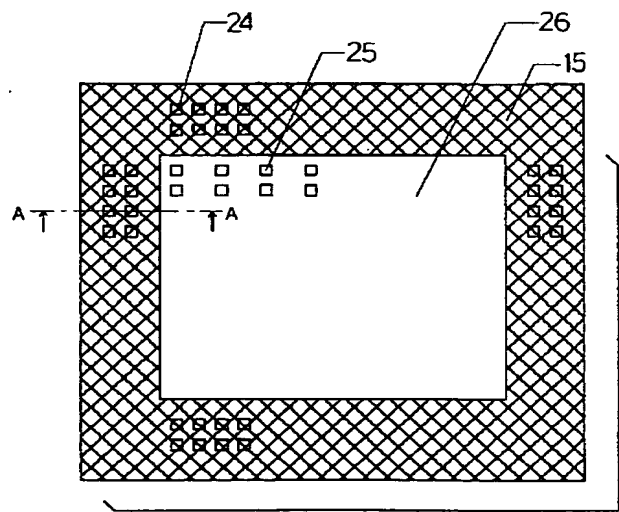
(d)



【図5】



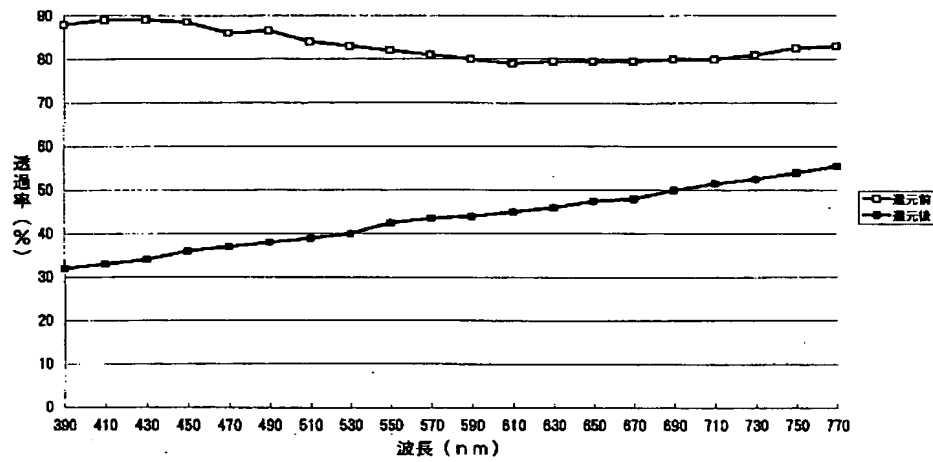
【図6】



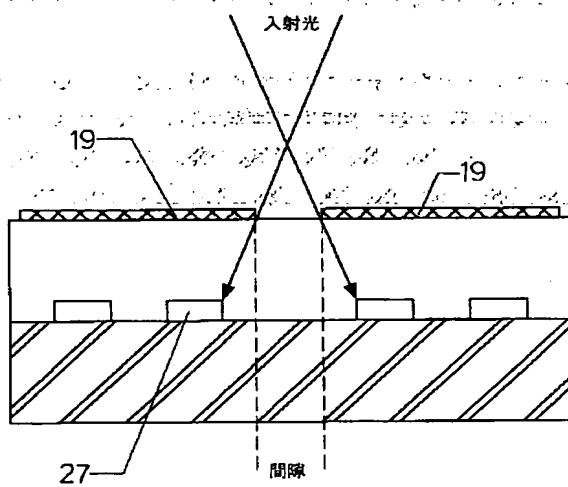
周辺駆動回路領域

(13)

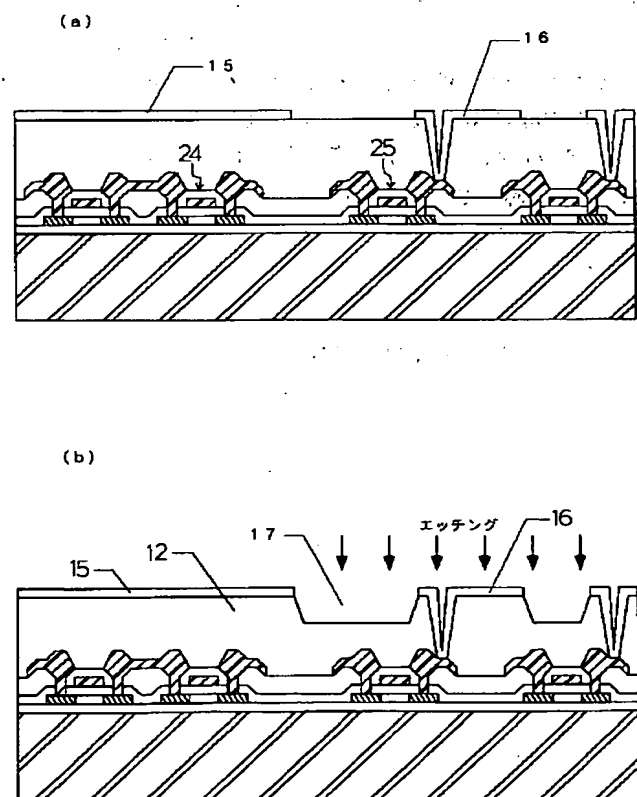
【図 7】



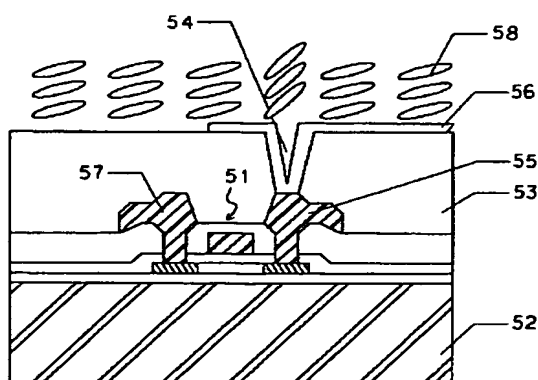
【图 8】



【図 9】

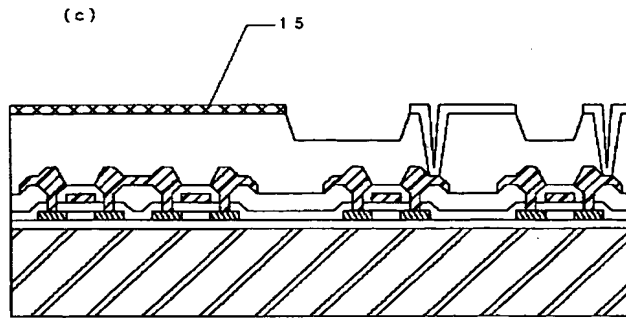


【図 15】

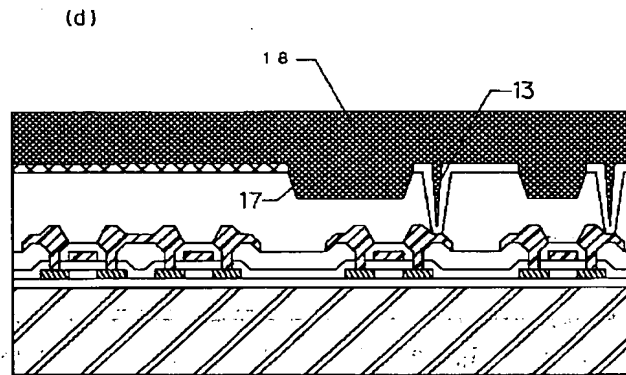
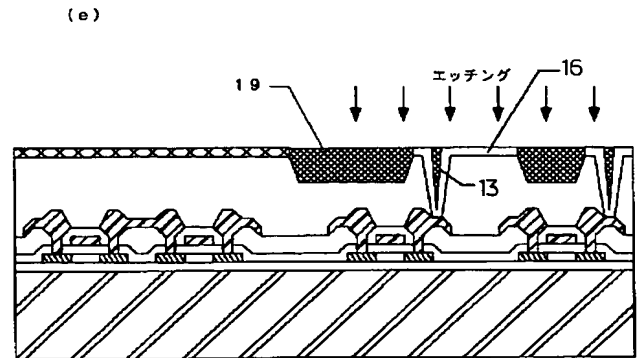


(14)

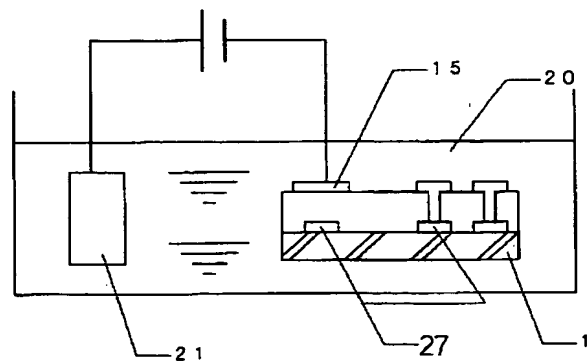
【図10】



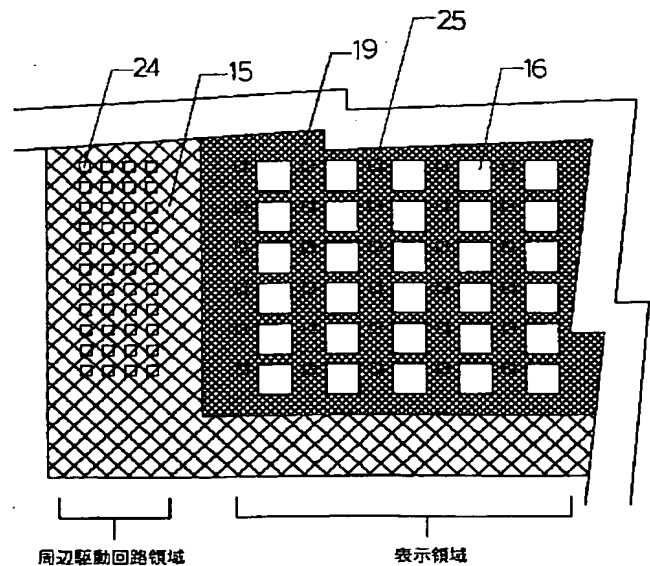
【図11】



【図12】

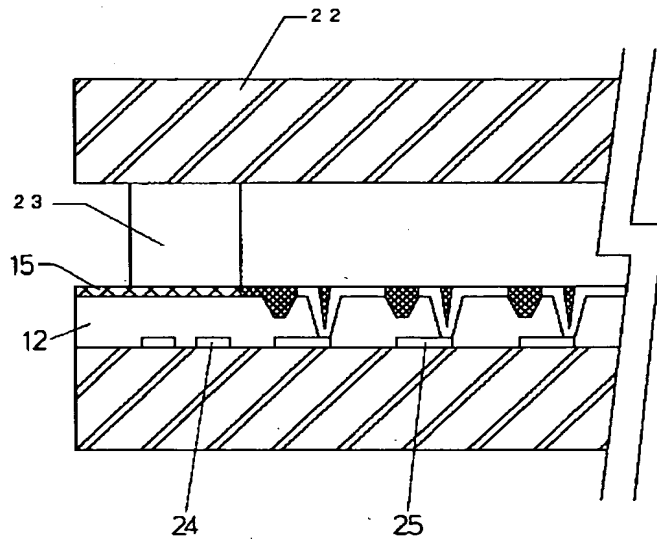


【図13】

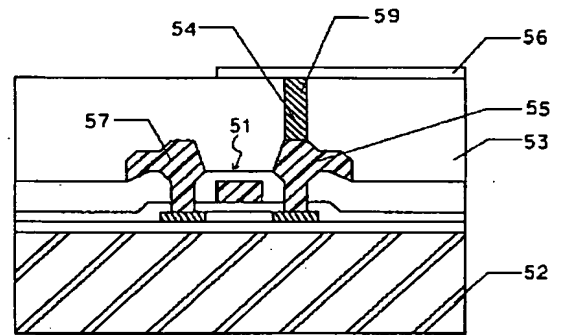


(15)

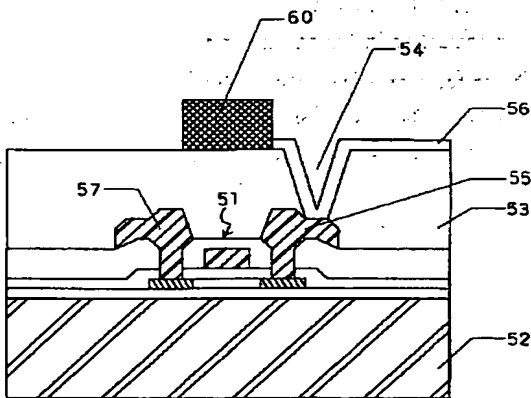
【図14】



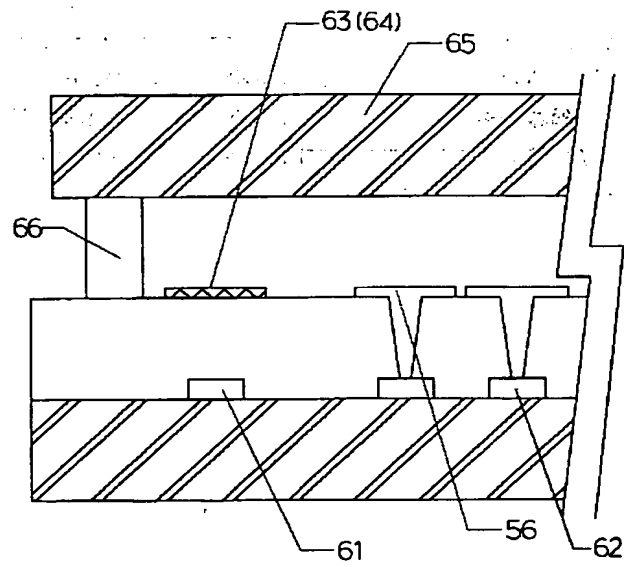
【図16】



【図17】



【図18】



PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 11-212115

(43)Date of publication of application : 06.08.1999

(51)Int.Cl.

G02F 1/136

G09F 9/00

H01L 29/786

(21)Application number : 10-012231

(71)Applicant : SHARP CORP

(22)Date of filing : 26.01.1998

(72)Inventor : SAITO HISAFUMI

(54) ACTIVE MATRIX TYPE LIQUID CRYSTAL DISPLAY DEVICE AND ITS MANUFACTURE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide an active matrix type liquid crystal display device having bright display and high contrast and its manufacturing method.

SOLUTION: A base coat film, an active layer, a gate insulating film, and gate electrodes are formed on a substrate so as to form prescribed shapes.

Source areas, drain areas and channel areas are formed on the active layer.

After the formation of respective areas, an inter-layer insulating film is formed on the whole surface, contact holes are opened to form source electrodes and drain electrodes. Then a flattening film 12 is formed on the whole surface and contact holes are opened. Then areas on which pixel electrodes 16 are not formed are etched and dug to form recessed parts.

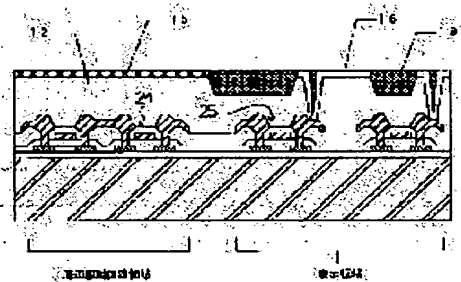
Then the whole surface is applied with black resin to fill the contact holes and recessed parts with the black resin. Then the surfaces of the electrodes

16 are exposed by etching back the whole surface to form light shielding

films 19 on the surfaces of pixel TFTs 25. A shield electrode 15 consisting of

a transparent and electrically conductive thin film such as indium tin

oxide(ITO) having low transmissivity is formed on a TFT constituting each driving circuit 24.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

*** NOTICES ***

JPO and NCIP are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

2. **** shows the word which can not be translated.

3. In the drawings, any words are not translated.

CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1] The drive circuit for driving the switching element for pixels and said switching element is formed on the same substrate. The flattening film which covers said switching element and said drive circuit, and makes a front face flat is formed, and the contact hole by which opening was carried out to said flattening film is minded. In the active matrix liquid crystal display to which said switching element and pixel electrode formed on said flattening film were connected electrically in a viewing area The active matrix liquid crystal display characterized by forming the black-ized transparent conductive thin film in the upper part field of said drive circuit while the fields and said contact holes other than said pixel electrode are fill uped with a colored insulator layer.

[Claim 2] Said black-ized transparent conductive thin film is an active matrix liquid crystal display according to claim 1, characterized by forming the upper part field of said drive circuit in the periphery of said viewing area so that said viewing area may be surrounded with a wrap.

[Claim 3] The active matrix liquid crystal display according to claim 1 or 2 characterized by forming the seal for sticking an opposite substrate on said black-ized transparent conductive thin film.

[Claim 4] Said colored insulator layer is an active matrix liquid crystal display according to claim 1 to 3 characterized by being formed so that the edge of said black-ized transparent conductive thin film may be touched.

[Claim 5] The drive circuit for driving the switching element for pixels and said switching element is formed on the same substrate. Form the flattening film which covers said switching element and said drive circuit, and makes a front face flat, and the contact hole which carried out opening to said flattening film is minded. In the manufacture approach of the active matrix liquid crystal display which connects electrically said switching element and pixel electrode formed on said flattening film While forming said pixel electrode in the process which forms said contact hole in said flattening film, the process which forms a transparent conductive thin film on said flattening film, and a viewing area The process which carries out patterning of said transparent conductive thin film so that the upper part field of said drive circuit may be covered, The manufacture approach of the active matrix liquid crystal display characterized by having the process which returns the transparent conductive thin film of the upper part field of said drive circuit, and the process which fills the fields and said contact holes other than said pixel electrode in said viewing area by the colored insulator layer.

[Claim 6] The manufacture approach of the active matrix liquid crystal display according to claim 5 characterized by immersing said substrate in the electrolytic solution, impressing an electrical potential difference, and carrying out cathodic reduction of the transparent conductive thin film of the upper part field of said drive circuit.

[Claim 7] The manufacture approach of the active matrix liquid crystal display according to claim 5 characterized by irradiating the hydrogen plasma or a hydrogen ion and returning the transparent conductive thin film of the upper part field of said drive circuit.

[Translation done.]

*** NOTICES ***

JPO and NCIP are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

2. **** shows the word which can not be translated.

3. In the drawings, any words are not translated.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention] This invention relates to the active matrix liquid crystal indicating equipment and its manufacture approach of driver one apparatus in which the drive circuit for driving the switching element for pixels and the switching element for pixels especially was formed on the same substrate, about the active matrix liquid crystal indicating equipment which used switching elements, such as a thin film transistor (TFT is called hereafter), and its manufacture approach.

[0002]

[Description of the Prior Art] In recent years, the liquid crystal display attracts attention as a display which has the advantage which are a light weight and a low power with a thin shape. The active matrix liquid crystal display which prepares switching elements, such as TFT, for every pixel, and controlled each pixel especially is excellent in resolution, and attracts attention especially from the reasons of a clear image being obtained.

[0003] TFT using the amorphous silicon thin film as a conventional switching element is known, and many active matrix liquid crystal displays which carried this TFT are commercialized.

[0004] Now, it has a great hope for the technique which forms TFT using a polycrystalline silicon thin film with possibility that the drive circuit for making TFT for pixels and its TFT for pixels for making a pixel electrode drive drive can really be formed on one substrate as a switching element replaced with TFT using this amorphous silicon thin film.

[0005] The polycrystalline silicon thin film has high mobility compared with the amorphous silicon thin film used for the conventional TFT, and can form highly efficient TFT. When really forming the drive circuit for making TFT for pixels drive on one cheap glass substrate is realized, compared with the former, a manufacturing cost will be reduced sharply.

[0006] As a technique which produces the polycrystalline silicon thin film used as the barrier layer of such polycrystalline silicon TFT on a glass substrate, after depositing an amorphous silicon thin film on a glass substrate, approaches, such as the laser crystallizing method which irradiates pulse laser light which heat-treats for several hours to dozens hours, and is crystallized at the temperature of about 600 degrees C, such as a solid phase grown method and an excimer laser, is made to carry out melting of the amorphous silicon thin film of the part in an instant, and is made to recrystallize it, are proposed.

[0007] The transparency mold liquid crystal display which used transparent conductive thin films, such as ITO, for the pixel electrode, and the reflective mold liquid crystal display using the reflector which turns into a pixel electrode from a metal membrane etc. are shown in this active matrix liquid crystal display.

[0008] Originally, since a liquid crystal display is not a spontaneous light type display, in the case of a transparency mold liquid crystal display, it arranges a lighting system and the so-called back light behind a liquid crystal display, and shows to it by the light by which incidence is carried out from there. Moreover, in the case of the reflective mold liquid crystal display, it is displaying by reflecting the incident light from the outside with a reflector.

[0009] Although power consumption is very small since a back light is not used for a reflective mold

liquid crystal display, it has the problem that the brightness and contrast of a display will be influenced by the brightness of an operating environment or a service condition, i.e., a perimeter, etc. On the other hand, there is an advantage which can perform the display which has bright and high contrast, without being influenced so much by surrounding brightness etc., although power consumption becomes large in order to display using a back light as mentioned above in the case of a transparency mold liquid crystal display.

[0010] By the way, it connects with the drain electrode of TFT, and the pixel electrode which consists of a transparent conductive thin film or metal membranes, such as the above ITO(s), etc. is formed so that it may not connect with adjoining gate wiring and source wiring too hastily, and it may have these and fixed spacing.

[0011] In recent years, in order to expand the effective area of a pixel electrode, as shown in drawing 15 All over substrate 52 including a TFT51 top, form the flattening film 53 which consists of polyimide resin or acrylic resin, and the contact hole 54 which carried out opening to the flattening film 53 is minded. The protective coat top pixel electrode structure (it is hereafter called pixel-on PASSHI structure) of connecting the drain electrode 55 of TFT51 and the pixel electrode 56 formed on the flattening film 53 is proposed. In addition, in drawing 15 , 57 shows the source electrode.

[0012] According to this approach, since it will insulate with gate wiring and source wiring with the flattening film 53, the pixel electrode 56 becomes possible [arranging the edge of the pixel electrode 56 above gate wiring and source wiring], and can expand the effective area of the pixel electrode 56, i.e., a numerical aperture. Moreover, since the flattening film 53 can carry out flattening of the level difference resulting from TFT51, gate wiring, and source wiring easily, it has the effectiveness which lessens extremely turbulence of the orientation of the liquid crystal layer 58.

[0013] However, by the above-mentioned approach, in order to make flat the level difference resulting from TFT51, gate wiring, and source wiring, it is necessary to form the flattening film 53 in the thickness of 1 micrometers or more, for example, 2-4 micrometers. Therefore, in order to connect the pixel electrode 56 and the drain electrode 55, the level difference by the contact hole 54 which carries out the opening will become big, and connection between the pixel electrode 56 and the drain electrode 55 may not be made good. Moreover, although the level difference which originates in TFT51, gate wiring, and source wiring by forming the flattening film 53 is reduced, the level difference resulting from a contact hole 54 is reflected also in the front face of the pixel electrode 56, a big level difference will arise to some fields of the pixel electrode 56, turbulence of the orientation of the liquid crystal layer 58 will occur to them, and deterioration of display grace will be caused to them.

[0014] Then, the method of forming the conductors 59, such as a metal, is proposed as shown in drawing 16 , for example, so that it may become the front face of the flattening film 53, and the almost same height at contact hole 54 part which is indicated by JP,1-35351,B or JP,4-220625,A.

[0015] After the method of manufacturing this forms the conductor 59 which consists of a metal etc. on the drain electrode 55 and forms the flattening film 53 which carries out flattening of the level difference of TFT51 grade, it etches the flattening film 53 so that the front face of a conductor 59 may be exposed, and has the approach of connecting the pixel electrode 56. In addition, in drawing 16 , 52 shows a substrate and 57 shows the source electrode.

[0016] Since according to the active matrix liquid crystal display of pixel-on PASSHI structure it is formed so that a pixel electrode may lap on gate wiring and source wiring, gate wiring and source wiring will serve as a black matrix, and it becomes unnecessary on the other hand, to arrange the black matrix for shading a gap with a pixel electrode, gate wiring, and source wiring to an opposite substrate side. That is, in the active matrix liquid crystal indicating equipment of pixel-on PASSHI structure, the upper thing of TFT for which a numerical aperture is made very high that what is necessary is just to prepare in a part very much is possible for a black matrix. The black matrix on TFT also has the purpose of stabilizing the property of TFT as an unnecessary light does not carry out incidence to TFT.

[0017] As shown in drawing 17 , by recent years, taking advantage of the description of such pixel-on

PASSHI structure, the direct black matrix 60 is formed on TFT51, and the method which does not establish a black matrix is also considered at the opposite substrate side. in addition, drawing 17 -- setting -- 52 -- in a substrate and 53, a drain electrode and 56 show a pixel electrode and, as for the flattening film and 54, 57 shows the source electrode, as for a contact hole and 55.

[0018] Such a technique is indicated by JP,1-68729,A, JP,4-253028,A, or JP,8-122761,A. Forming on TFT the light-shielding film which consists of resin etc. is proposed by JP,1-68729,A, and making it a light-shielding film is proposed by JP,4-253028,A by coloring the resin insulator layer on TFT at it. And forming a light-shielding film is proposed by it by grinding black resin after forming a reflector in JP,8-122761,A until it applies black resin and the front face of a reflector is exposed. It becomes unnecessary to prepare a black matrix in an opposite substrate side according to these approaches.

[0019] Moreover, as TFT for pixels and the drive circuit for making it drive are shown at drawing 18 in the case of the driver monolithic mold liquid crystal display really formed on one substrate, in order to stabilize the property of TFT which constitutes the drive circuit 61, forming a light-shielding film 63 like TFT62 for pixels is known. Such a technique is indicated by JP,9-105953,A etc. Moreover, in order to protect the drive circuit 61 from external electric field and to raise dependability, forming a screening electrode 64 in the upper part field of the drive circuit 61 is indicated by JP,6-258659,A or JP,6-258661,A. In addition, in drawing 18 , in 56, a pixel electrode and 65 show an opposite substrate and 66 shows the seal.

[0020]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] As mentioned above, the configuration on the front face of a substrate is the big factor which makes the orientation of a liquid crystal layer produce turbulence. If an irregularity exists in a substrate front face, turbulence will arise in the orientation of a liquid crystal layer in the part.

[0021] Recently, when the level difference by TFT, gate wiring, and source wiring is eased by the pixel mask on PASSHI structure mentioned above and the flattening film is formed of it, irregularity hardly exists in a substrate front face. However, the hollow by the contact hole for connecting the level difference, and even the pixel electrode and the drain electrode for thickness of a pixel electrode is formed. Although the level difference for thickness of a pixel electrode is about thousands of Å at most, the hollow by the contact hole is several micrometers, and is a thing to the extent that it does not become as compared with the level difference for thickness of a pixel electrode.

[0022] Moreover, although what is necessary is just to process a contact hole into a taper configuration in order to make a good thing connection between a drain electrode and a pixel electrode, in connection with detailed-izing of TFT, the dimension of a contact hole is also in the situation that extreme taper configuration processing cannot be performed from having made it detailed. That is, if a taper configuration is processed, the dimension of a contact hole will become large. When the dimension of a contact hole becomes large, the hollow of a contact hole is reflected also in the front face of a pixel electrode as mentioned above, a big level difference will arise to some fields of a pixel electrode, turbulence of the orientation of a liquid crystal layer will occur to them, and deterioration of display grace will be caused to them. Especially, effect becomes remarkable when the size of a pixel electrode is detailed.

[0023] For example, supposing the size of a pixel electrode is 25micrometerx25micrometer and the dimension of a contact hole is 5micrometerx5micrometer, the percentage that a contact hole occupies to a pixel electrode is 4%. At the opening process of a contact hole, it is easy to generate the pattern shift by etching, and at the time of completion, supposing the dimension of a contact hole is 10micrometerx10micrometer, the rate that a contact hole occupies to a pixel electrode will reach even to 16%. In such a situation, it is not easy to cancel un-arranging resulting from the level difference of a contact hole, maintaining the good connection between a drain electrode and a pixel electrode.

[0024] After the approach which the conventional approach mentioned above proposes the approach for solving such a problem, and is shown in JP,1-35351,B or JP,4-220625,A forms the conductor which

consists of a metal etc. on a drain electrode and forms the flattening film which carries out flattening of the level differences, such as TFT, it is the configuration of connecting a pixel electrode to the part as the front face of a conductor is exposed. Therefore, the front face of a pixel electrode will be in a flat condition, and it will be thought that a faulty connection with turbulence, and a pixel electrode and a drain electrode of the orientation of the liquid crystal layer resulting from the level difference of a contact hole can be reduced.

[0025] However, by this approach, there is the need of forming the conductor which consists of a metal of the shape of a column which has thickness comparable as the thickness of the flattening film which becomes a contact hole part from polyimide resin or acrylic resin, i.e., 2-4-micrometer thickness, etc. In order to form such a conductor, it is thought that a conductor will usually be formed by the sputtering method or the plasma-CVD method, but since thickness is thick, it is imagined easily that membrane formation takes long duration or film peeling arises after membrane formation in the middle of membrane formation. Moreover, even if membrane formation is completed normally, in order to etch this and to carry out patterning to the shape of a column, it is thought that etching of long duration will be required and it is not easy in fact. Moreover, these approaches do not have the function which shades TFT.

[0026] On the other hand, the approach shown in JP,1-68729,A, JP,4-253028,A, or JP,8-122761,A is the approach of forming a light-shielding film on TFT.

[0027] The approach of burying a contact hole part, forming the light-shielding film by opaque resin etc. on TFT, and carrying out patterning of the metal layer to JP,1-68729,A by using this light-shielding film as a mask by the metal layer, is indicated. According to this approach, although a contact hole part will be buried by the metal layer, this metal layer will project rather than the front face of a pixel electrode conversely. It is indicated that this metal layer has about 6000Å thickness, and if the light-shielding film by the still more opaque resin on this etc. is formed, becoming about 1-micrometer thickness finally will be fully be considered. When it has the part projected also 1 micrometer rather than the front face of a pixel electrode, possibility that the orientation of a liquid crystal molecule will be disturbed in the part is very high.

[0028] The approach of forming a light-shielding film in JP,4-253028,A by coloring the flattening film by coloring the resin on TFT etc. is indicated. According to this approach, although a light-shielding film does not project rather than the front face of a pixel electrode; after coloring the flattening film and forming a light-shielding film; opening of the contact hole cannot be carried out; a pixel electrode cannot be connected to TFT, and the crevice by the contact hole cannot be filled. Therefore, orientation of the liquid crystal molecule in a contact hole part cannot still be made good.

[0029] After forming in JP,8-122761,A the reflector connected to TFT, black resin is applied, and the approach of grinding black resin using abrasives is indicated until the front face of a reflector is exposed. According to this approach, between reflectors will be filled with black resin. Although it is probably thought that a contact hole part will also be buried by black resin, since there is no detailed publication, about the point, it is unknown. Moreover, in order that it may be thought that the thickness of the metal membrane usually formed as a reflector is 1000Å - about thousands ofÅ although it is thought that the light-shielding film formed by doing in this way is the in general same thickness as a reflector and the black resin of thickness comparable as this thickness may shade TFT, it is unknown in whether it has sufficient function.

[0030] Moreover, that to which JP,9-105953,A shades a drive circuit field top with organic black resin is indicated. This shades only a drive circuit field top. Therefore, the concave hollow resulting from the contact hole on the pixel electrode which is one of the main purposes of this invention is canceled, and this invention does not contribute about maintaining the orientation of a liquid crystal molecule at stability.

[0031] Moreover, the method of preparing the screening electrode by ITO on the organic compound insulator of the field in which the drive circuit was formed is indicated by JP,6-258659,A or JP,6-258661,A. Although a drive circuit is protected from external electric field by this screening electrode

and dependability improves with it, this screening electrode does not have protection-from-light nature, and it does not have the function to protect a drive circuit to an extraneous light.

[0032] This invention is made in view of the above conventional troubles, and aims at offering the active matrix liquid crystal display which has high contrast brightly, and its manufacture approach.

[0033]

[Means for Solving the Problem] In order to attain the purpose mentioned above, the active matrix liquid crystal display of this invention according to claim 1 The drive circuit for driving the switching element for pixels and said switching element is formed on the same substrate. The flattening film which covers said switching element and said drive circuit, and makes a front face flat is formed, and the contact hole by which opening was carried out to said flattening film is minded. In the active matrix liquid crystal display to which said switching element and pixel electrode formed on said flattening film were connected electrically in a viewing area While the fields and said contact holes other than said pixel electrode are fill uped with a colored insulator layer, it is characterized by forming the black-ized transparent conductive thin film in the upper part field of said drive circuit.

[0034] The active matrix liquid crystal indicating equipment according to claim 2 is characterized by forming said black-ized transparent conductive thin film in the periphery of said viewing area in the upper part field of said drive circuit, so that said viewing area may be surrounded with a wrap in the

active matrix liquid crystal indicating equipment according to claim 1

[0035] The active matrix liquid crystal indicating equipment according to claim 3 is characterized by forming the seal for sticking an opposite substrate on said black-ized transparent conductive thin film in

the active matrix liquid crystal indicating equipment according to claim 1 or 2

[0036] Said colored insulator layer is characterized by being formed so that an active matrix liquid crystal indicating equipment according to claim 4 may touch the edge of said black-ized transparent conductive thin film in an active matrix liquid crystal indicating equipment according to claim 1 to 3.

[0037] The manufacture approach of an active matrix liquid crystal display according to claim 5 The drive circuit for driving the switching element for pixels and said switching element is formed on the same substrate. Form the flattening film which covers said switching element and said drive circuit, and makes a front face flat, and the contact hole which carried out opening to said flattening film is minded. In the manufacture approach of the active matrix liquid crystal display which connects electrically said switching element and pixel electrode formed on said flattening film While forming said pixel electrode in the process which forms said contact hole in said flattening film, the process which forms a transparent

conductive thin film on said flattening film, and a viewing area The process which carries out patterning of said transparent conductive thin film so that the upper part field of said drive circuit may be covered, It is characterized by having the process which returns the transparent conductive thin film of the upper part field of said drive circuit, and the process which fills the fields and said contact holes other than said pixel electrode in said viewing area by the colored insulator layer.

[0038] The manufacture approach of an active matrix liquid crystal indicating equipment according to claim 6 is characterized by immersing said substrate in the electrolytic solution, impressing an electrical potential difference, and carrying out cathodic reduction of the transparent conductive thin film of the upper part field of said drive circuit in the manufacture approach of an active matrix liquid crystal indicating equipment according to claim 5.

[0039] The manufacture approach of an active matrix liquid crystal indicating equipment according to claim 7 is characterized by irradiating the hydrogen plasma or a hydrogen ion and returning the transparent conductive thin film of the upper part field of said drive circuit in the manufacture approach of an active matrix liquid crystal indicating equipment according to claim 5.

[0040] According to the active matrix liquid crystal indicating equipment of this invention, the drive circuit for driving the switching element for pixels and said switching element is formed on the same substrate. While the fields and contact holes other than a pixel electrode are filled with a colored insulator layer in a viewing area While being able to acquire a good display property, without disturbing

the orientation of a liquid crystal molecule by forming the black-ized transparent conductive thin film in the upper part field of a drive circuit, the field which becomes possible [arranging a drive circuit under a seal], and does not contribute to a display can be made small. That is, it can avoid producing irregularity which loses the hollow by the contact hole and disturbs the orientation of a liquid crystal molecule at the same time it forms a light-shielding film on a switching element, source wiring, and gate wiring. Furthermore, since the black-ized transparent conductive thin film which was formed in the upper part field of a drive circuit has the flat front face, even if it arranges the seal for sticking an opposite substrate on this part, it does not interfere at all. Therefore, it becomes possible to arrange a drive circuit under a seal, and the field which does not contribute to a display can be made small. Moreover, the light-shielding film which serves as a screening electrode can be easily formed in the upper part field of a drive circuit.

[0041] Furthermore, the black-ized transparent conductive thin film can prevent film peeling of a colored insulator layer by forming the upper part field of a drive circuit in the periphery of a viewing area so that a viewing area may be surrounded with a wrap. That is, since a colored insulator layer is surrounded with the black-ized transparent conductive thin film which was formed in the periphery of a viewing area and formed in the edge of a substrate, film peeling of the colored insulator layer in the edge of a substrate can be prevented.

[0042] Furthermore, an opposite substrate can be certainly stuck by forming the seal for sticking an opposite substrate on the black-ized transparent conductive thin film. That is, the adhesion of the seal for sticking an opposite substrate and the active-matrix substrate with which the switching element etc. was formed can be raised. That is, although the adhesion of a seal may produce peeling bad on organic compound insulators, such as polyimide resin or acrylic resin, on an inorganic insulator layer, it has good adhesion. Therefore, the good adhesion of an opposite substrate and a active-matrix substrate is securable by forming a seal on the black-ized transparent conductive thin film.

[0043] Furthermore, the switching element of a viewing area and a drive circuit field can be certainly shaded by being formed so that the edge of the transparent conductive thin film with which the colored insulator layer was blackized may be touched. That is, since the colored insulator layer is formed also in the boundary of a viewing area and a drive circuit field, it can prevent light carrying out incidence from the boundary of a viewing area and a drive circuit field, and carrying out incidence to a switching element by direct or the multiple echo.

[0044] According to the manufacture approach of the active matrix liquid crystal display of this invention In the manufacture approach of the active matrix liquid crystal display which forms the drive circuit for driving the switching element for pixels, and said switching element on the same substrate While forming a pixel electrode in the process which forms a contact hole in the flattening film, the process which forms a transparent conductive thin film on the flattening film, and a viewing area The process which carries out patterning of the transparent conductive thin film so that the upper part field of a drive circuit may be covered, By having the process which returns the transparent conductive thin film of the upper part field of a drive circuit, and the process which fills the fields and contact holes other than the pixel electrode in a viewing area by the colored insulator layer While being able to acquire a good display property, without disturbing the orientation of a liquid crystal molecule, the field which becomes possible [arranging a drive circuit under a seal], and does not contribute to a display can be made small. That is, it can avoid producing irregularity which loses the hollow by the contact hole and disturbs the orientation of a liquid crystal molecule at the same time it forms a light-shielding film on a switching element, source wiring, and gate wiring. Furthermore, since the returned transparent conductive thin film which is formed in the upper part field of a drive circuit has the flat front face, even if it arranges the seal for sticking an opposite substrate on this part, it does not interfere at all. Therefore, it becomes possible to arrange a drive circuit under a seal, and the field which does not contribute to a display can be made small. Moreover, the light-shielding film which serves as a screening electrode can be easily formed in the upper part field of a drive circuit.

[0045] Moreover, the light-shielding film which serves as a screening electrode can be easily formed in the upper part field of a drive circuit by immersing a substrate in the electrolytic solution, impressing an electrical potential difference, and carrying out cathodic reduction of the transparent conductive thin film of the upper part field of a drive circuit.

[0046] Moreover, the light-shielding film which serves as a screening electrode can be easily formed in the upper part field of a drive circuit by irradiating the hydrogen plasma or a hydrogen ion and returning the transparent conductive thin film of the upper part field of a drive circuit.

[0047]

[Embodiment of the Invention] The gestalt of operation of this invention is explained using drawing 1 thru/or drawing 14 . The sectional view and drawing 2 which show the active-matrix substrate with which drawing 1 constitutes the active matrix liquid crystal indicating equipment concerning this invention are the sectional view showing TFT for pixels of the active matrix liquid crystal indicating equipment concerning this invention.

[0048] As shown in drawing 1 and drawing 2 , the base coat film 2 which consists of SiO₂ film etc. is formed on the substrates 1, such as glass, and the barrier layer 3 of TFT which consists of a silicon thin film on the base coat film 2 is formed in a predetermined configuration. Insulator layers, such as SiO₂ film, are formed on a barrier layer 3, and gate dielectric film 4 is formed. On gate dielectric film 4, the gate electrode 5 which consists of metallic materials, such as aluminum, is formed at a predetermined configuration. The source field and the drain field 6 which poured in impurity ion, and the channel field 7 which is not pouring impurity ion into the field of the lower part of the gate electrode 5 are formed at a predetermined configuration on barrier layer 3.

[0049] Then, an insulator layer is formed in the whole surface and an interlayer insulation film 8 is formed. Opening of the contact hole 9 is carried out to the upper interlayer insulation film 8 and the gate dielectric film 4 of a source field and the drain field 6, the source electrode 10 and the drain electrode 11 which consist of metallic materials, such as aluminum, are formed, and it connects with a source field and the drain field 6.

[0050] Then, polyimide resin or acrylic resin is applied to the whole surface and the flattening film 12 is formed in it. Opening of the contact hole 13 is carried out to the flattening film 12 and transparent conductive thin films, such as ITO, are formed so that it may connect with the drain electrode 11 electrically. And the mask by the resist is formed on transparent conductive thin films, such as ITO, and the patterning of the transparent conductive thin films, such as ITO, is carried out to a predetermined configuration, and the pixel electrode 16 is formed. Then, the field in which the pixel electrode 16 of the flattening film 12 is not formed in this condition is investigated by etching, and a crevice 17 is formed.

[0051] Next, black resin is applied to the whole surface and a contact hole 13 and a crevice 17 are filled with black resin. And a light-shielding film 19 is formed on TFT by carrying out etchback of the whole surface and exposing the front face of the pixel electrode 16. The TFT top of this invention is a field which includes the channel field 7 at least, and although the gate electrode 5 or the source electrode 10 is included in a field, it does not interfere.

[0052] On TFT which constitutes the drive circuit 24, the screening electrode 15 which consists of transparent conductive thin films, such as ITO with low permeability, is formed.

[0053] Although not illustrated, after forming the orientation film in the whole surface after this and performing orientation processing, liquid crystal is poured in for the opposite substrate in which the color filter, the counterelectrode, etc. were formed, between lamination and both substrates, and an active matrix liquid crystal display is completed.

[0054] Since it is the configuration of having a light-shielding film 19 on TFT 25 for pixels, and having a screening electrode 15 on TFT which constitutes the drive circuit 24 while burying the concave hollow part which originates in a contact hole 13 with black resin according to this invention, the adhesion of the seal for not producing irregularity which disturbs the orientation of a liquid crystal molecule on the front face of the pixel electrode 16, and sticking an opposite substrate is maintainable good. Moreover, a

screening electrode 15 plays the role of shielding which protects the drive circuit 24 from external electric field, and a role of a light-shielding film.

[0055] Moreover, it can manufacture simple, is not necessary to use the special approach which was not in the conventional active matrix liquid crystal indicating equipment or the production process of TFT, and has the advantage which can be manufactured using the conventional manufacturing installation as it is by combining effectively the membrane formation approach and the etching approach which are used in order to face this invention manufacturing the active matrix liquid crystal indicating equipment of such a configuration and to manufacture the conventional active matrix liquid crystal indicating equipment or TFT.

[0056] (Gestalt 1 of operation) The detail of the manufacture approach of the active matrix liquid crystal display concerning this invention is explained using drawing 3 thru/or drawing 8. The sectional view showing the production process of the active matrix liquid crystal display concerning the gestalt 1 of operation in drawing 3, the sectional view in which drawing 4 shows a continuation of drawing 3, the sectional view in which drawing 5 shows a continuation of drawing 4, the active-matrix substrate **** top view where drawing 6 constitutes the active matrix liquid crystal display concerning the gestalt 1 of operation, the explanatory view showing light transmittance [in / in drawing 7 / the wavelength of the light field of ITO reduction before and after reduction], and drawing 8 are the sectional views explaining the incidence of the light from the gap of a light-shielding film. In addition, drawing 3 thru/or drawing 5 are the sectional views in the A-A line of drawing 6, and details, such as TFT, are omitting in drawing 6.

[0057] As shown in drawing 3 (a), it produces by the approach of common knowledge of TFT on substrates, such as a glass substrate. The production approach is as follows in general.

[0058] First, the base coat film which consists of SiO₂ film etc. is formed by the sputtering method or the plasma-CVD method on a substrate. Next, a polycrystalline silicon thin film or an amorphous silicon thin film is formed in about 30-50nm thickness, and in the case of an amorphous silicon thin film, it polycrystalizes by irradiating laser light from the upper part, it carries out patterning to a predetermined configuration, and let it be the barrier layer of TFT.

[0059] Subsequently, insulator layers, such as SiO₂ film, are formed on a barrier layer, gate dielectric film is formed, and the gate electrode which consists of metallic materials, such as aluminum, through gate dielectric film is formed on a barrier layer at a predetermined configuration.

[0060] Subsequently, it heat-treats for activating the impurity ion which poured impurity ion into the barrier layer by having used the gate electrode as the mask, and was poured into it after that, and a source field and a drain field are formed. The channel field which is not pouring in impurity ion is formed in the field of the lower part of a gate electrode.

[0061] Then, SiO₂ or the SiNX film is formed in the whole surface, and an interlayer insulation film is formed. And opening of the contact hole is carried out to the interlayer insulation film and gate dielectric film above a source field and a drain field, the source electrode and drain electrode which consist of metallic materials, such as aluminum, are formed, and it connects with a source field and a drain field. Thus, TFT which constitutes TFT25 for pixels and the drive circuit 24 is manufactured.

[0062] With the gestalt of this operation, although the coplanar mold TFT was explained, even if it is the reverse stagger mold TFT, it does not interfere.

[0063] Then, polyimide resin or acrylic resin is applied to the whole surface, and the flattening film is formed in it. With the gestalt of this operation, using OPUTOMA SS (Japan Synthetic Rubber Co., Ltd. make) as flattening film, spreading formation is carried out so that it may become the thickness of 2 micrometers by 2-4 micrometers, for example, max. In addition, the ingredient used as flattening film is an example, and even if it uses other equivalent ingredients, it does not interfere.

[0064] Next, opening of the contact hole is carried out to the upper flattening film of a drain electrode. The dry etching by oxygen gas can be used for opening of a contact hole. With the gestalt of this operation, it etches on condition that oxygen gas flow rate 400sccm, high-frequency power 600W, and gas pressure 20mTorr, and a contact hole is formed.

[0065] Then, patterning of the transparent conductive thin films, such as ITO, is formed and carried out, and the predetermined pixel electrode 16 and the predetermined seal electrode 15 of a configuration are formed. And a photoresist 14 is formed in a viewing area.

[0066] Next, as shown in drawing 3 (b), the front face or the whole of a screening electrode 15 is made to return, and it black-izes. By returning the oxide of In and Sn, the metal particle of In and Sn deposits and black-ization of a screening electrode 15 is black-ized, when a screening electrode 15 is ITO.

[0067] In order to return a screening electrode 15, there is the approach of heating at 250–300 degrees C in N₂ gas ambient atmosphere. However, in order to require heating of about 1 hour according to this approach, the hydrogen (H⁺) plasma or hydrogen (H⁺) ion is irradiated, and a screening electrode 15 is made to return with the gestalt of this operation. As conditions, when using the hydrogen plasma, hydrogen plasma concentration is 10⁷–10¹²–/cm³, and 10 seconds – about 15 minutes of irradiation time are desirable. When using a hydrogen ion, the dose of 2 of a hydrogen ion is desirable 10¹²–10¹⁸cm. A screening electrode 15 is made to return with the gestalt of this operation by performing a hydrogen plasma exposure for 10 minutes at the substrate temperature of 200 degrees C.

[0068] The light transmittance in the wavelength of the light field (390–770nm) of ITO reduction before and after reduction is shown in drawing 7. The thickness of ITO at this time is 100nm.

[0069] As shown in drawing 7, the light transmittance after reduction shows 50% or less of value in general in the full wave length field. In addition, in the case of the hydrogen plasma, it is possible by changing concentration, irradiation time, or substrate temperature to control the thickness of the part returned. Moreover, in the case of a hydrogen ion, it is possible by changing a dose to control the thickness of the part returned similarly. That is, it can perform making light transmittance still lower easily by controlling the thickness of the part returned.

[0070] Black-ization as used in the field of [here] the gestalt of this operation is not necessarily the perfect thing become black. Usually, fixed effectiveness can be done so if it is the film which has light transmittance lower than the light transmittance (it is 90 – 80% in a light field) of the transparent conductive thin film used for a liquid crystal display etc. Therefore, in this specification, it will be called, still black-ization also including the transparent conductive thin film of low light transmittance. Moreover, on transparent conductive thin films, such as ITO, are not so precise, and since they are columnar structures, irregularity that a front face is not flat and detailed is formed, and they feel rough. Thereby, the effectiveness that light is scattered about is acquired.

[0071] Next, as shown in drawing 4 (c), a crevice 17 is formed in the field except the pixel electrode 16 and the screening electrode 15 having been formed, i.e., the field which the flattening film 12 has exposed, by the approach of having formed the contact hole, and the same approach. At this process, since the pixel electrode 16 and a screening electrode 15 are hardly etched, the pixel electrode 16 and a screening electrode 15 can be used as a mask. Moreover, at this process, the crevice 17 was formed so that it might become about 1 of the thickness of the flattening film 12 / two to 2/3, but even if it removes all, it does not interfere. In addition, the ingredient used as flattening film 12 at this process is an example, and even if it uses other equivalent ingredients, it does not interfere.

[0072] Next, as shown in drawing 4 (d), black resin 18 is applied to the whole surface. Black resin 18 is good at the thickness of extent which makes flat the level difference by the contact hole 13 and the crevice 17. With the gestalt of this operation, using the color mosaic CK (the Fuji hunt company make) as black resin 18, spreading formation is carried out so that it may become the thickness of 1–2 micrometers, for example, 1 micrometer. At this process, although it is most desirable to use black resin 18, the effectiveness of extent of having also used near colored resin black instead of black resin 18 can be acquired.

[0073] Next, as shown in drawing 5 (e), the whole surface of black resin is etched, the front face of a screening electrode 15 and the pixel electrode 16 is exposed, and a light-shielding film 19 is formed. The whole surface is etched at this process, without using masks, such as a photoresist. This is called the etchback process. The dry etching by the above-mentioned oxygen gas is used for etching. While the

crevice which originates in a contact hole according to this process is filled with a light-shielding film 19, a light-shielding film 19 is formed in the upper part field of TFT25 for pixels.

[0074] With the gestalt of this operation, the flattening film is removed two to about $\frac{2}{3}$ in the direction of thickness. That is, since a crevice with a depth of about 1–1.4 micrometers is formed in the flattening film and the crevice is filled with black resin, sufficient thickness for black resin to function as a light-shielding film 19 is securable.

[0075] At this time, as shown in drawing 6, the screening electrode 15 is formed so that a viewing area 26 may be surrounded. In addition, in drawing 6, 24 shows a drive circuit and 25 shows TFT for pixels.

[0076] Thus, since the viewing area 26 is surrounded with the screening electrode 15, a light-shielding film is not formed in the edge of a substrate. therefore, the edge of the substrate at the time of dividing from one substrate to two or more active-matrix substrates -- film peeling prevention can be carried out. This can be prevented, although we are further anxious about film peeling since difficulty is in adhesion especially when the laminating of the organic compound insulator is carried out.

[0077] Although not illustrated, after forming the orientation film in the whole surface after this and performing orientation processing, liquid crystal is poured in for the opposite substrate in which the color filter, the counterelectrode, etc. were formed, between lamination and both substrates, and an active matrix liquid crystal display is completed.

[0078] While the level difference resulting from a contact hole is buried by the light-shielding film according to the gestalt of this operation, it is formed so that a light-shielding film may touch the upper part field of TFT for pixels at the edge of a screening electrode. Moreover, since the black-ized screening electrode is formed in the upper part field of a drive circuit, it can prevent deteriorating by the light in which the property of TFT which constitutes a drive circuit carries out incidence from the outside.

[0079] When a gap exists between light-shielding films, as shown in drawing 8, light will carry out incidence from between light-shielding films 19, and degradation of the property of TFT27 will be caused. With the gestalt of this operation, since a gap does not exist between light-shielding films, effectiveness of protection from light can be made into the maximum.

[0080] (Gestalt 2 of operation) The detail of the manufacture approach of other active matrix liquid crystal displays concerning this invention is explained using drawing 9 thru/or drawing 14. The sectional view showing the production process of the active matrix liquid crystal display concerning the gestalt 2 of operation in drawing 9, the sectional view in which drawing 10 shows a continuation of drawing 9, the sectional view in which drawing 11 shows a continuation of drawing 10, the conceptual diagram drawing 12 explains the approach of cathodic reduction to be, the top view showing the active-matrix substrate with which drawing 13 constitutes the active matrix liquid crystal display concerning the gestalt 2 of operation, and drawing 14 are the sectional views showing the active matrix liquid crystal display concerning the gestalt 2 of operation.

[0081] As shown in drawing 9 (a), it produces by the approach of common knowledge of TFT on substrates, such as a glass substrate. Since the manufacture approach of TFT is the same as that of the gestalt 1 of operation, detailed explanation is omitted. With the gestalt of this operation, although the coplanar mold TFT is explained, even if it is the reverse stagger mold TFT, it does not interfere.

[0082] After forming TFT of a viewing area and a drive circuit field, polyimide resin or acrylic resin is applied to the whole surface, and the flattening film is formed in it. With the gestalt of this operation, OPUTOMA SS (Japan Synthetic Rubber Co., Ltd. make) is used for the flattening film, and spreading formation is carried out so that it may become the thickness of 2 micrometers by 2–4 micrometers, for example, max.

[0083] Next, opening of the contact hole is carried out to the upper flattening film of a drain electrode. The dry etching by oxygen gas can be used for opening of a contact hole. With the gestalt of this operation, it etches on condition that oxygen gas flow rate 400sccm, high-frequency power 600W, and gas pressure 20mTorr, and a contact hole is formed.

[0084] Then, transparent conductive thin films, such as ITO, are formed, patterning is carried out using the mask by the photoresist, and the pixel electrode 16 is formed for the screening electrode 15 of a predetermined configuration on TFT25 for pixels of a viewing area on TFT which constitutes the drive circuit 24.

[0085] Next, as shown in drawing 9 (b), a crevice 17 is formed in the field in which the pixel electrode 16 and the screening electrode 15 are not formed, i.e., the field which the flattening film 12 has exposed, by the approach of having formed the contact hole, and the same approach. At this process, a crevice 17 is formed so that it may become about 1 of the thickness of the flattening film 12 / two to 2/3.

Consequently, in a viewing area, only an amount predetermined in the flattening film 12 between the pixel electrodes 16 to the direction of thickness is removed, and a crevice 17 is formed. In a drive circuit field, since the screening electrode 15 by the same ingredient as the pixel electrode 16 is formed, the flattening film 12 is not removed. In addition, the ingredient used as flattening film 12 at this process is an example, and even if it uses other equivalent ingredients, it does not interfere.

[0086] Next, cathodic reduction of the screening electrode 15 is carried out, and it is made to black-ize in the electrolytic solution containing a hydrogen ion, as shown in drawing 10 (c). At this process, as shown in drawing 12, a substrate 1 is immersed into the electrolytic solution 20 which contains a hydrogen ion in a container, for example, a hydrochloric-acid water solution, (4% of concentration), a stainless plate 21 is used for an anode plate, and the electrical potential difference of 25V is impressed for 5-10 seconds. In addition, this is what showed an example and the class or concentration of an electrolytic water solution is not limited to this. Moreover, naturally the electrical potential difference or electrical potential difference impression time amount which will be impressed if the class or concentration of an electrolytic water solution changes also changes. Thus, by making a screening electrode 15 black-ize, the film which has protection from light nature is constituted.

[0087] Next, as shown in drawing 10 (d), black resin 18 is applied to the whole surface. Black resin 18 is good at the thickness of extent which makes flat the level difference by the crevice 17 formed in the contact hole 13 and the upper part field of TFT. With the gestalt of this operation, using the color material CK (the Fuji hunt company make) as black resin 18, spreading formation is carried out so that it may become the thickness of 1-2 micrometers, for example, 1 micrometer. At this process, although it is most desirable to use black resin 18, it is expectable to acquire the effectiveness of extent of having also used near colored resin black instead of black resin 18.

[0088] Next, as shown in drawing 11 (e), the whole surface of black resin is etched and the front face of the pixel electrode 16 is exposed. The whole surface is etched at this process, without using masks, such as a photoresist. This is called the etchback process. The dry etching by the above-mentioned oxygen gas is used for etching. While the level difference which originates in a contact hole 13 according to this process is buried by the light-shielding film 19, the light-shielding film 19 by resin is formed in the upper part field of TFT.

[0089] Although not illustrated, after forming the orientation film in the whole surface after this and performing orientation processing, liquid crystal is poured in for the opposite substrate in which the color filter, the counterelectrode, etc. were formed, between lamination and both substrates, and an active matrix liquid crystal display is completed.

[0090] According to the gestalt of this operation, as shown in drawing 13, by the viewing area, the light-shielding film by the screening electrode 15 which consists of a transparent conductive thin film black-ized throughout the is formed in the field in which the light-shielding film 19 by the black resin into parts other than pixel electrode 16 is formed in, and the drive circuit 24 is formed. In addition, in drawing 13, TFT25 for pixels, TFT which constitutes the drive circuit 24, and wiring are omitting the details.

[0091] Thus, while the level difference resulting from a contact hole is buried by the light-shielding film, the light-shielding film by resin is formed in the upper part field of TFT for pixels, and the light-shielding film by the black-ized screening electrode is formed in a drive circuit field. For this reason, the property of TFT which constitutes a drive circuit can prevent deteriorating by the light which carries out

incidence from the outside. Furthermore, since only a screening-electrode part can be alternatively black-ized by carrying out cathodic reduction in the electrolytic solution containing a hydrogen ion in case a screening electrode is returned, a production process can be shortened compared with the gestalt of other operations.

[0092] Moreover, as shown in drawing 14 , since it is formed evenly, even if the front face of a screening electrode 15 arranges the seal 23 for sticking the opposite substrate 22 on a screening electrode 15, it is completely convenient [the black-ized screening electrode 15 is formed in the upper part field of the drive circuit 24, and / a front face]. Furthermore, since the flattening film 12 with which a seal 23 consists of direct organic resin film is not touched, poor lamination does not occur.

[0093] Thus, by arranging the drive circuit 24 under a seal 23, it becomes possible to make smaller the field which does not contribute to a display, and the miniaturization of an active matrix liquid crystal display can be realized. In addition, in drawing 14 R> 4, TFT25 for pixels, the drive circuit 24, and wiring are omitting the details.

[0094]

[Effect of the Invention] According to the active matrix liquid crystal display of this invention, like the above explanation While the drive circuit for driving the switching element for pixels and said switching element is formed on the same substrate and the fields and contact holes other than a pixel electrode are filled with a colored insulator layer in a viewing area While being able to acquire a good display property, without disturbing the orientation of a liquid crystal molecule by forming the black-ized transparent conductive thin film in the upper part field of a drive circuit, the field which does not contribute to a display can be made small by arranging a drive circuit under a seal. Moreover, the light-shielding film which serves as a screening electrode can be easily formed in the upper part field of a drive circuit.

[0095] Furthermore, the black-ized transparent conductive thin film can prevent film peeling of an colored insulator layer by forming the upper part field of a drive circuit in the periphery of a viewing area so that a viewing area may be surrounded with a wrap.

[0096] Furthermore, an opposite substrate can be certainly stuck by forming the seal for sticking an opposite substrate on the black-ized transparent conductive thin film.

[0097] Furthermore, the switching element of a viewing area and a drive circuit field can be certainly shaded by being formed so that the edge of the transparent conductive thin film with which the colored insulator layer was black-ized may be touched.

[0098] According to the manufacture approach of the active matrix liquid crystal display of this invention In the manufacture approach of the active matrix liquid crystal display which forms the drive circuit for driving the switching element for pixels, and said switching element on the same substrate While forming a pixel electrode in the process which forms a contact hole in the flattening film, the process which forms a transparent conductive thin film on the flattening film, and a viewing area The process which carries out patterning of the transparent conductive thin film so that the upper part field of a drive circuit may be covered, By having the process which returns the transparent conductive thin film of the upper part field of a drive circuit, and the process which fills the fields and contact holes other than the pixel electrode in a viewing area by the colored insulator layer While being able to acquire a good display property, without disturbing the orientation of a liquid crystal molecule, the field which does not contribute to a display can be made small by arranging a drive circuit under a seal. Moreover, the light-shielding film which serves as a screening electrode can be easily formed in the upper part field of a drive circuit.

[0099] Moreover, the light-shielding film which serves as a screening electrode can be easily formed in the upper part field of a drive circuit by immersing a substrate in the electrolytic solution, impressing an electrical potential difference, and carrying out cathodic reduction of the transparent conductive thin film of the upper part field of a drive circuit.

[0100] Moreover, the light-shielding film which serves as a screening electrode can be easily formed in

the upper part field of a drive circuit by irradiating the hydrogen plasma or a hydrogen ion and returning the transparent conductive thin film of the upper part field of a drive circuit.

[Translation done.]

*** NOTICES ***

JPO and NCIP are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

2.**** shows the word which can not be translated.

3.In the drawings, any words are not translated.

DESCRIPTION OF DRAWINGS

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] It is the sectional view showing the active-matrix substrate which constitutes the active-matrix liquid crystal indicating equipment concerning this invention.

[Drawing 2] It is the sectional view showing TFT for pixels of the active-matrix liquid crystal display concerning this invention.

[Drawing 3] (a) And (b) is the sectional view showing the production process of the active matrix liquid crystal display concerning the gestalt 1 of operation.

[Drawing 4] (c) And (d) is the sectional view showing a continuation of drawing 3 and (e) is the sectional view showing a continuation of drawing 4.

[Drawing 5] (e) is the sectional view showing a continuation of drawing 4 (b) is the sectional view showing a continuation of drawing 4.

[Drawing 6] It is the active-matrix substrate **** top view which constitutes the active matrix liquid crystal indicating equipment concerning the gestalt 1 of operation.

[Drawing 7] It is the explanatory view showing the light transmittance in the wavelength of the light field of ITO reduction before and after reduction.

[Drawing 8] It is a sectional view explaining the incidence of the light from the gap of a light-shielding film.

[Drawing 9] (a) And (b) is the sectional view showing the production process of the active matrix liquid crystal display concerning the gestalt 2 of operation.

[Drawing 10] (c) And (d) is the sectional view showing a continuation of drawing 9.

[Drawing 11] (e) is the sectional view showing a continuation of drawing 10.

[Drawing 12] It is a conceptual diagram explaining the approach of cathodic reduction.

[Drawing 13] It is the top view showing the active-matrix substrate which constitutes the active matrix liquid crystal indicating equipment concerning the gestalt 2 of operation.

[Drawing 14] It is the sectional view showing the active matrix liquid crystal display concerning the gestalt 2 of operation.

[Drawing 15] It is a sectional view explaining pixel-on PASSHI structure.

[Drawing 16] It is a sectional view explaining the flattening technique of the conventional pixel electrode.

[Drawing 17] It is a sectional view explaining the black matrix formed on the conventional TFT.

[Drawing 18] It is the sectional view showing the conventional active matrix liquid crystal display.

[Description of Notations]

1 Substrate

2 Base Coat Film

3 Barrier Layer
 4 Gate Dielectric Film
 5 Gate Electrode
 6 Source Field and Drain Field
 7 Channel Field
 8 Interlayer Insulation Film
 9 13 Contact hole
 10 Source Electrode
 11 Drain Electrode
 12 Flattening Film
 14 Photoresist
 15 Screening Electrode
 16 Pixel Electrode
 17 Crevice
 18 Black Resin
 19 Light-shielding Film
 20 Electrolytic Solution
 21 Stainless Plate
 22 Opposite Substrate
 23 Seal
 24 Drive Circuit
 25 TFT for Pixels
 26 Viewing Area
 27 TFT
 51 TFT
 52 Substrate
 53 Flattening Film
 54 Contact Hole
 55 Drain Electrode
 56 Pixel Electrode
 57 Source Electrode
 58 Liquid Crystal Layer
 59 Conductor
 60 Black Matrix
 61 Drive Circuit
 62 TFT for Pixels
 63 Light-shielding Film
 64 Screening Electrode
 65 Opposite Substrate
 66 Seal

[Translation done.]

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☒ **BLACK BORDERS**
- ☒ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☒ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☒ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☒ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.